

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 屈折力の相違する遠用領域及び近用領域と、両領域間で屈折力が累進的に変化する累進領域を備えた眼鏡用累進焦点レンズにおいて、遠用領域の乱視度数と近用領域の乱視度数を眼鏡着用者の測定遠用乱視度数と測定近用乱視度数に基づいて個別に設定した眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 2】 請求項 1 において、物体側のレンズ表面が球面であり、眼球側のレンズ裏面が累進屈折面と、遠用及び近用の乱視矯正屈折面との合成屈折面である眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 3】 請求項 1 において、物体側のレンズ表面が累進屈折面と、遠用及び近用の乱視矯正屈折面の合成屈折面であり、眼球側のレンズ裏面が球面である眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 4】 請求項 1 において、物体側のレンズ表面が累進屈折面又は遠用及び近用の乱視矯正屈折面であり、眼球側のレンズ裏面が遠用及び近用の乱視矯正屈折面又は累進屈折面である眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 5】 請求項 2～4 のいずれか一項において、前記遠用乱視矯正屈折面は、測定遠用乱視度数に基づいて設定され、前記近用乱視矯正屈折面は、測定近用乱視度数に基づいて設定され、遠近両乱視矯正屈折面は曲面により滑らかに接続されている眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 6】 請求項 5 において、前記遠用乱視矯正屈折面は測定遠用乱視度数に基づいてレンズ裏面の遠用領域、累進領域及び近用領域のうち少なくとも遠用領域を対象として設定され、近用乱視矯正屈折面は測定近用乱視度数に基づいて近用領域、累進領域及び遠用領域のうち少なくとも近用領域を対象として設定されたものである眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 7】 請求項 6 において、前記近用乱視矯正屈折面は最強主経面と最弱主経面とに分けてそれぞれ目標度数に設定された二つの屈折面を合成したものである眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記最強主経面又は最弱主経面のいずれか一方の屈折面は、前記累進屈折面 (21) の形状を表す関数を $f_p(x, y)$ とすると、該関数 $f_p(x, y)$ に第 1 補正係数 (k_1) を乗ずることにより該累進屈折面 (21) に対し目標水平度数 (D_h) となるように設定された仮想の水平度数矯正屈折面 (24H) である眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記最強主経面又は最弱主経面の他方の屈折面は、目標垂直度数 (D_v) となるように関数により設定された垂直度数矯正屈折面 (24V) であって、該屈折面 (24V) は、前記仮想の水平度数矯正屈折面 (24H) の設定の際に変化した垂直方向の変化度数 (Δd) をキャンセルするように設定されている眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 10】 請求項 5 又は 6 において、前記合成乱

視矯正屈折面は、遠用乱視矯正屈折面の乱視軸の傾斜角と、近用乱視矯正屈折面の乱視軸の傾斜角とをそれぞれ設定して合成されたものである眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 11】 請求項 5 又は 6 において、前記遠用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f_t f(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1 又は r_2 、最小曲率半径を r_2 又は r_1 とすると、前記座標 $f_t f(x, y)$ は、

$$f_t f(x, y) = r_1 - \sqrt{\{[r_1 - r_2 + \sqrt{(r_2^2 - y^2)}]^2 - x^2\}}$$

上式により設定されたものであり、

近用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f_t n(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1' 又は r_2' 、最小曲率半径を r_2' 又は r_1' とすると、前記座標 $f_t n(x, y)$ は、

$$f_t n(x, y) = r_1' - \sqrt{\{[r_1' - r_2' + \sqrt{(r_2'^2 - y^2)}]^2 - x^2\}}$$

上式により設定されたものであり、

前記遠用乱視矯正屈折面と近用乱視矯正屈折面とは曲面により滑らかに接続されている眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 12】 請求項 5 又は 6 において、前記遠用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f_t f(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1 又は r_2 、最小曲率半径を r_2 又は r_1 、トーリック面の曲率を $C_x = 1/r_1$ 、 $C_y = 1/r_2$ とすると、 $f_t f(x, y) = (C_x \cdot x^2 + C_y \cdot y^2) / [1 + \sqrt{(1 - C_x^2 \cdot x^2 + C_y^2 \cdot y^2)}]$

上式により設定されたものであり、

近用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f_t n(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1' 又は r_2' 、最小曲率半径を r_2' 又は r_1' 、トーリック面の曲率を $C_x = 1/r_1'$ 、 $C_y = 1/r_2'$ とすると、

$$f_t n(x, y) = (C_x \cdot x^2 + C_y \cdot y^2) / [1 + \sqrt{(1 - C_x^2 \cdot x^2 + C_y^2 \cdot y^2)}]$$

上式により設定されたものであり、

前記遠用乱視矯正屈折面と近用乱視矯正屈折面とは曲面により滑らかに接続されている眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項 13】 請求項 9 において、レンズ裏面の幾何中心を通る光軸方向、つまり z 軸方向とレンズ裏面の交点を頂点位置とし、該頂点位置を通る水平方向を x 軸方向、垂直方向を y 軸方向とすると、前記垂直度数矯正屈折面 (24V) の形状は、遠用領域では z 軸方向の座標値が x によらない一次関数

$$f_v f(y) = h \cdot y + i$$

で表される平面 (24Va) と、

近用領域と対応して y 軸方向に関する z 軸方向の座標値が目標度数に設定され、かつ x によらない二次関数

$$f_v n(y) = e \cdot y^2 + f \cdot y + g$$

で表される曲面 (24Vb) と、

累進領域と対応してy軸方向に関するz軸方向の座標値が前記平面(24Va)と曲面(24Vb)とを滑らかに接続し、かつxによらない三次関数

$$fvm(y) = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d$$

で表される曲面(24Vc)とにより設定されている眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項14】 請求項13において、前記垂直度数矯正屈折面(24V)の形状は、前記仮想の水平度数矯正屈折面(24H)の設定の際に変化した垂直方向の変化度数(Δd)と近用乱視における目標垂直度数とに基づいて仮の垂直度数矯正屈折面(24V')を表す関数 $f v f(y)'$ 、 $f v n(y)'$ 、 $f v m(y)'$ を設定し、これらの関数に第2補正係数 k_2 を乗ずる第2漸近行程を行うことにより、最終的に目標垂直度数となるように設定されたものである眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項15】 請求項6において、前記近用乱視矯正屈折面の近用度数は遠用度数に度数加算要素を加算したものと設定され、この度数加算要素は、累進屈折面を表す関数に第1補正係数 k_1 を乗じて設定された加入度に対し、斜め特殊乱視面の度数を加算して設定されるものであり、該斜め特殊乱視面は斜め横方向の度数が全域に亘ってゼロに設定され、前記斜め横方向と直交する斜め縦方向の度数が目標度数に設定されたものである眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項16】 請求項15において、前記度数加算要素は、さらに垂直特殊乱視面の度数を加算して設定されたものであり、該垂直特殊乱視面は水平のx軸方向の度数が全域に亘ってゼロに設定され、垂直のy軸方向の度数が目標垂直度数に設定されたものである眼鏡用累進焦点レンズ。

【請求項17】 屈折力の相違する遠用領域及び近用領域と、両領域間で屈折力が累進的に変化する累進領域を備えた眼鏡用累進焦点レンズの製造方法であって、眼球側のレンズ裏面又は物体側のレンズ表面に予め設定された球面に対し、遠用領域及び近用領域における乱視度数を伴わない所定の視力補正特性を発揮することのみを目的として設定されたオリジナル累進屈折面とを合成する第1行程と、

前記レンズ裏面又はレンズ表面のうち遠用領域が所定の乱視矯正特性を発揮することのみを目的としてオリジナル遠用乱視矯正屈折面を求める第2行程と、

前記レンズ裏面又はレンズ表面のうち近用領域が所定の乱視矯正特性を発揮することのみを目的としてオリジナル近用乱視矯正屈折面を求める第3の行程と、

眼鏡用累進焦点レンズのレンズ裏面又はレンズ表面を、前記球面、オリジナル累進屈折面、オリジナル遠用乱視矯正屈折面及びオリジナル近用乱視矯正屈折面から合成する第4の行程とを有し、前記最終的に合成された合成

$$f v f(y)' = h \cdot y + i = \text{定数} = 0 \cdots (h')$$

$$f v m(y)' = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d \cdots (i')$$

屈折面の座標データに基づいてレンズ加工装置によりレンズの表面又は裏面を加工することを特徴とする眼鏡用累進焦点レンズの製造方法。

【請求項18】 請求項17において、前記第1行程は、レンズ表面を所定曲率の球面に設定し、レンズ裏面側の球面を表す式 $f s(x, y)$ と、該球面の頂点位置からオリジナル累進屈折面に至る光軸と平行なz軸方向の距離を表す関数 $f p(x, y)$ とを合成したサグ量Zを表す次の式により行われ、

$$Z = f s(x, y) + f p(x, y)$$

レンズ裏面の球面のベースカーブの曲率半径をrとすると、前記球面を表す式 $f s(x, y)$ は、

$$f s(x, y) = r - \sqrt{(r^2 - x^2 - y^2)}$$

で求められるものである眼鏡用累進焦点レンズの製造方法。

【請求項19】 請求項18において、前記オリジナル遠用乱視矯正屈折面は、トーリック面の座標 $f t f(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1 又は r_2 、最小曲率半径を r_2 又は r_1 とすると、前記座標 $f t f(x, y)$ は、

$$f t f(x, y) = r_1 - \sqrt{\{[r_1 - r_2 + \sqrt{(r_2^2 - y^2)}]^2 - x^2\}}$$

により求められ、

前記オリジナル近用乱視矯正屈折面は、トーリック面の座標 $f t n(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1' 又は r_2' 、最小曲率半径を r_2' 又は r_1' とすると、前記座標 $f t n(x, y)$ は、

$$f t n(x, y) = r_1' - \sqrt{\{[r_1' - r_2' + \sqrt{(r_2'^2 - y^2)}]^2 - x^2\}}$$

により求められる眼鏡用累進焦点レンズの製造方法。

【請求項20】 請求項19において、前記オリジナル累進屈折面の形状を設定する前記関数 $f p(x, y)$ には、前記オリジナル遠用乱視矯正屈折面を表す関数 $f t f(x, y)$ が加算され、

$$S1 = f p(x, y) + f t f(x, y)$$

上記式の関数 $f p(x, y)$ に第1補正係数 k_1 を乗じた次式

$$S2 = k_1 \cdot f p(x, y) + f t f(x, y)$$

において、第1補正係数 k_1 を複数段階に変化させることにより、近用領域における水平(x軸)方向のみの度数を目標水平度数(D_h)に接近する第1漸近行程により仮想の水平度数矯正屈折面(24H)が設定され、一方、近用領域における垂直(y軸)方向のみの度数は、前記第1漸近行程において、第1補正係数 k_1 に応じて垂直方向に変化した度数(Δd)と近用乱視矯正屈折面(23)の垂直度数とに基づいて、仮の垂直度数矯正屈折面(24V')を表す三つの切断関数により仮に設定され、

$$f v n(y)' = e \cdot y^2 + f \cdot y + g \cdots (j')$$

但し、(h')は遠用領域と対応して平面を表し、

(j')は近用領域と対応して曲面を表し、(i')は累進領域と対応して前記平面と曲面を滑らかに接続する

$$f v m(y) = k^2(a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d) \cdots (i)$$

$$f v n(y) = k^2(e \cdot y^2 + f \cdot y + g) \cdots (j)$$

において、第2補正係数k2を複数段階に変化させることにより、近用領域における垂直(y軸)方向のみの度数を目標垂直度数(Dv)に接近する第2漸近行程により目標とする垂直度数矯正屈折面(24V)が設定され、

上記の垂直度数矯正屈折面(24V)と、前記第1漸近行程により求められた仮想の水平度数矯正屈折面(24H)とを合成して近用乱視矯正屈折面(23)を設定する眼鏡用累進焦点レンズの製造方法。

【請求項21】 請求項20において、二次関数で表される前記垂直度数矯正屈折面は、遠用領域と対応して垂直方向の度数がゼロの一次関数で表される平面と、累進領域と対応して前記平面と上記二次関数で表される曲面とを滑らかに接続する三次関数で表される曲面により接続されている眼鏡用累進焦点レンズの製造方法。

【請求項22】 請求項1～16のいずれかに記載の眼鏡用累進焦点レンズを所定形状にカットして眼鏡用フレームに装着したことを特徴とする眼鏡。

【請求項23】 請求項22において、左右のレンズの主注視線上に設定される近用領域の二つの中心の距離を、同じく左右のレンズの主注視線上に設定される遠用領域の二つの中心の距離と無関係に個別に設定した眼鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、眼鏡用累進焦点レンズ及びその製造方法並びに眼鏡用累進焦点レンズを用いた眼鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】例えば、高齢者は眼球の水晶体を調整する筋力が衰え易く、近距離の結像能力が減退し、これを補うため近視用眼鏡(老眼鏡)を用いる。しかし、近視専用の眼鏡は、必要のない場合に外すか、遠視用の眼鏡に掛け替えられる。この掛け替えの煩わしさを解消するため、単一の眼鏡を遠近両用に用いるための眼鏡用累進焦点レンズがある。

【0003】この眼鏡用累進焦点レンズは、レンズの上側部に遠用領域を、下側部に近用領域を設け、遠用領域と近用領域の中間に中用領域として累進領域を設けている。さらに、詳述すると、眼鏡用累進焦点レンズ11Aは、図16に示すようにレンズ11Aの幾何中心O1の近傍を通る主注視線12上であって、前記幾何中心O1の近傍に位置する遠用中心O2を通る第1水平線L1より上方の領域を球面又は球面に近い遠用領域13として

曲面を表し、

上記式(i')、(j')に第2補正係数k2を乗じた次式

いる。又、前記主注視線12上の幾何中心O1よりも下方の近用中心O3を通る第2水平線L2より下方の領域を近用領域14とし、両線L1、L2の中間を累進領域15としている。

【0004】ところで、上記の眼鏡用累進焦点レンズ11Aには、乱視を矯正するための円柱屈折力を付与したものもあり、この一例として再公表特許(国際公開番号WO97/19382)に示すものが提案されている。図17に示すようにこのレンズ11Aは物体側のレンズ表面16を球面とし、眼球側のレンズ裏面17に対し累進屈折面にトーリック面を合成した複合屈折面18を形成している。即ち、レンズ裏面17は、この裏面が乱視度数を伴わない所定の屈折特性を発揮することのみを目的として設定されたオリジナル累進屈折面と、前記レンズ裏面17が所望の乱視矯正特性を発揮することのみを目的として設定されたオリジナルトーリック面が合成された複合屈折面18となっている。

【0005】上記従来眼鏡用累進焦点レンズは、眼鏡として使用した場合に、遠用視により得られた乱視度の一つの測定データに基づいてオリジナルトーリック面が設定されているので、遠用視のときには問題は生じない。しかし、読書などの近用視の場合に、乱視の矯正が適正に行われれないという問題があることが分かった。

【0006】遠用視と近用視では、一般に乱視度の大きさが異なり、その理由として二つの要因が考えられる。第1要因としては、近用視において光線が斜め下方からレンズ11Aに入射するためである。

【0007】第2要因としては、眼球の構造により実際の近用視において遠用視と異なる乱視度が生じることが考えられる。例えば高齢者の水晶体は硬化しているので、近用視においては水晶体が斜めになる。このため、近用視の際に眼球の構造に起因する乱視が発生することが分かった。即ち、老視の原因には毛様体と水晶体の劣化が挙げられ、主原因は水晶体の劣化と考えられる。劣化していない水晶体は、毛様体が伸びたときに強い凸レンズになって近用視に適した状態になる。老視者の場合は、図18に示すように、毛様体31が伸びても水晶体32の形が変化し難いので、近くが見にくくなり、このとき水晶体32が斜めになり、乱視が起きると推測される。

【0008】近用の乱視を適正に矯正することは、近用視における眼の疲労を低減する効果があると考えられるが、従来は遠用視と近用視との乱視度数に基づいて乱視矯正をそれぞれ行う眼鏡用累進焦点レンズは提案されて

おらず、近用視における眼の疲労を低減することができないという問題があった。又、近用の乱視矯正を優先すると、今度は遠用乱視の度が合わなくなるという問題が生じる。

【0009】なお、乱視度の調査の結果、遠用視と近用視で乱視度の差が0.25デプター以上変化する人が半数以上あることが分かった。第1要因で述べたように、累進焦点レンズの近用領域において光が斜めに透過すると、乱視と同様の現象が発生する。この疑似乱視を矯正するために従来、累進屈折面にわざと乱視を付与したものが提案されている。このレンズとして特公平2-39768号公報、特開平8-220489号公報、あるいは特許第2576054号公報に示すものが提案されている。これらの累進焦点レンズの要旨とするところは、斜め透過光による非点収差の発生のみをキャンセルするように構成されている。

【0010】上記特開平8-220489号公報の記載によれば、光束がレンズ面に対して斜めに入射する場合、その光束の通過するレンズ面上の点が、いわゆる臍状点であっても、透過光束に非点収差が生じる。球面はいたる所が臍状点である曲面であり、光束が垂直に入射する場合は、非点収差は生じないが、レンズの光軸外の物を見る場合のように斜めに光束が入射する時は非点収差が生じる。ある曲面上の1点を光束が通過する時に生じる非点収差の量は、曲面の最大曲率G1の大きさと最小曲率G2の大きさと、光束の入射角度と方向から決まる。この時、物体側のレンズ表面と眼球側のレンズ裏面でそれぞれ生じる非点収差がちょうどキャンセルされる組合せになっていれば残収差は発生しない。

【0011】レンズ表面の光線入射角 α とレンズ裏面の光線射出角 β がある特定の関係を満たしている時、レンズ表面で生じた非点収差とレンズ裏面で生じた非点収差が打ち消し合う。従って、曲率の組合せが同じであっても、レンズ表面の傾きなどにより、光束の入射角が変わった場合には、非点収差がキャンセルされずに残る。つまり、最適曲率の球面の組み合わせであっても、光束の入射角が単焦点レンズと異なる場合には、非点収差が発生し、像のボケが生じることになる。

【0012】一般に、累進眼鏡レンズの形態としては、近用領域が光軸から離れた所に位置することが多く、近用領域を透過する光束は、累進面に対し斜めに入射する。このことから、従来の累進面形状では、近用領域に非点収差が発生し、明視域を狭くしている。これを解決するため、後者の従来の技術では、レンズ表面に光束が斜め入射するために発生する非点収差を、累進面に曲率差 ΔG を持たせることにより補正しようとするものである。

【0013】従って、前述した後者の従来例においては、第2要因の対策は全く無く、着用者に応じた乱視矯正機能を持たないものであって、近用視における眼の疲

労を低減することができなかった。

【0014】この発明は、このような従来の技術に存在する問題点に着目してなされたものであって、その目的は、近用視における乱視の矯正を適正に行い、疲労を低減することができる眼鏡用累進焦点レンズ及びその製造方法並びに眼鏡用累進焦点レンズを用いた眼鏡を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1記載の発明は、屈折力の相違する遠用領域及び近用領域と、両領域間で屈折力が累進的に変化する累進領域を備えた眼鏡用累進焦点レンズにおいて、遠用領域の乱視度数と近用領域の乱視度数を眼鏡着用者の測定遠用乱視度数と測定近用乱視度数に基づいて個別に設定している。

【0016】請求項2記載の発明は、請求項1において、物体側のレンズ表面が球面であり、眼球側のレンズ裏面が累進屈折面と、遠用及び近用の乱視矯正屈折面との合成屈折面である。

【0017】請求項3記載の発明は、請求項1において、物体側のレンズ表面が累進屈折面と、遠用及び近用の乱視矯正屈折面の合成屈折面であり、眼球側のレンズ裏面が球面である。

【0018】請求項4記載の発明は、請求項1において、物体側のレンズ表面が累進屈折面又は遠用及び近用の乱視矯正屈折面であり、眼球側のレンズ裏面が遠用及び近用の乱視矯正屈折面又は累進屈折面である。

【0019】請求項5記載の発明は、請求項2～4のいずれか一項において、前記遠用乱視矯正屈折面は、測定遠用乱視度数に基づいて設定され、前記近用乱視矯正屈折面は、測定近用乱視度数に基づいて設定され、遠近両乱視矯正屈折面は曲面により滑らかに接続されている。

【0020】請求項6記載の発明は、請求項5において、前記遠用乱視矯正屈折面は測定遠用乱視度数に基づいてレンズ裏面の遠用領域、累進領域及び近用領域のうち少なくとも遠用領域を対象として設定され、近用乱視矯正屈折面は測定近用乱視度数に基づいて近用領域、累進領域及び遠用領域のうち少なくとも近用領域を対象として設定されたものである。

【0021】請求項7記載の発明は、請求項6において、前記近用乱視矯正屈折面は最強主経面と最弱主経面とに分けてそれぞれ目標度数に設定された二つの屈折面を合成したものである。

【0022】請求項8記載の発明は、請求項7において、前記最強主経面又は最弱主経面のいずれか一方の屈折面は、前記累進屈折面(21)の形状を表す関数を $f_p(x, y)$ とすると、該関数 $f_p(x, y)$ に第1補正係数(k_1)を乗ずることにより該累進屈折面(21)に対し目標水平度数(D_h)となるように設定された仮想の水平度数矯正屈折面(24H)である。

【0023】請求項9記載の発明は、請求項8において、前記最強主経面又は最弱主経面の他方の屈折面は、目標垂直度数（Dv）となるように関数により設定された垂直度数矯正屈折面（24V）であって、該屈折面（24V）は、前記仮想の水平度数矯正屈折面（24H）の設定の際に変化した垂直方向の変化度数（Δd）をキャンセルするように設定されている請求項10記載の発明は、請求項5又は6において、前記合成乱視矯正屈折面は、遠用乱視矯正屈折面の乱視軸の傾斜角と、近用乱視矯正屈折面の乱視軸の傾斜角とをそれぞれ設定して合成されたものである。

【0024】請求項11記載の発明は、請求項5又は6において、前記遠用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f t f(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を $r 1$ 又は $r 2$ 、最小曲率半径を $r 2$ 又は $r 1$ とすると、前記座標 $f t f(x, y)$ は、

$$f t f(x, y) = r 1 - \sqrt{\{ (r 1 - r 2 + \sqrt{(r 2^2 - y^2)})^2 - x^2 \}}$$

上式により設定されたものであり、近用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f t n(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を $r 1'$ 又は $r 2'$ 、最小曲率半径を $r 2'$ 又は $r 1'$ とすると、前記座標 $f t n(x, y)$ は、

$$f t n(x, y) = r 1' - \sqrt{\{ (r 1' - r 2' + \sqrt{(r 2'^2 - y^2)})^2 - x^2 \}}$$

上式により設定されたものであり、前記遠用乱視矯正屈折面と近用乱視矯正屈折面とは曲面により滑らかに接続されている。

【0025】請求項12記載の発明は、請求項5又は6において、前記遠用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f t f(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を $r 1$ 又は $r 2$ 、最小曲率半径を $r 2$ 又は $r 1$ 、トーリック面の曲率を $C x = 1/r 1$ 、 $C y = 1/r 2$ とすると、

$$f t f(x, y) = (C x \cdot x^2 + C y \cdot y^2) / \{ 1 + \sqrt{(1 - C x^2 \cdot x^2 + C y^2 \cdot y^2)} \}$$

上式により設定されたものであり、近用乱視矯正屈折面の形状は、トーリック面の座標 $f t n(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を $r 1'$ 又は $r 2'$ 、最小曲率半径を $r 2'$ 又は $r 1'$ 、トーリック面の曲率を $C x = 1/r 1'$ 、 $C y = 1/r 2'$ とすると、

$$f t n(x, y) = (C x \cdot x^2 + C y \cdot y^2) / \{ 1 + \sqrt{(1 - C x^2 \cdot x^2 + C y^2 \cdot y^2)} \}$$

上式により設定されたものであり、前記遠用乱視矯正屈折面と近用乱視矯正屈折面とは曲面により滑らかに接続されている。

【0026】請求項13記載の発明は、請求項9において、レンズ裏面の幾何中心を通る光軸方向、つまり z 軸方向とレンズ裏面の交点を頂点位置とし、該頂点位置を通る水平方向を x 軸方向、垂直方向を y 軸方向とする

と、前記垂直度数矯正屈折面（24V）の形状は、遠用領域では z 軸方向の座標値が x によらない一次関数

$$f v f(y) = h \cdot y + i$$

で表される平面（24Va）と、近用領域と対応して y 軸方向に関する z 軸方向の座標値が目標度数に設定され、かつ x によらない二次関数

$$f v n(y) = e \cdot y^2 + f \cdot y + g$$

で表される曲面（24Vb）と、累進領域と対応して y 軸方向に関する z 軸方向の座標値が前記平面（24Va）と曲面（24Vb）とを滑らかに接続し、かつ x によらない三次関数

$$f v m(y) = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d$$

で表される曲面（24Vc）とにより設定されている。

【0027】請求項14記載の発明は、請求項13において、前記垂直度数矯正屈折面（24V）の形状は、前記仮想の水平度数矯正屈折面（24H）の設定の際に変化した垂直方向の変化度数（Δd）と近用乱視における目標垂直度数とに基づいて仮の垂直度数矯正屈折面（24V'）を表す関数 $f v f(y)'$ 、 $f v n(y)'$ 、 $f v m(y)'$ を設定し、これらの関数に第2補正係数 $k 2$ を乗ずる第2漸近行程を行うことにより、最終的に目標垂直度数となるように設定されたものである。

【0028】請求項15記載の発明は、請求項6において、前記近用乱視矯正屈折面の近用度は遠用度数に度数加算要素を加算したものとして設定され、この度数加算要素は、累進屈折面を表す関数に第1補正係数 $k 1$ を乗じて設定された加入度に対し、斜め特殊乱視面の度を加算して設定されるものであり、該斜め特殊乱視面は斜め横方向の度が全域に亘ってゼロに設定され、前記斜め横方向と直交する斜め縦方向の度が目標度数に設定されたものである。

【0029】請求項16記載の発明は、請求項15において、前記度数加算要素は、さらに垂直特殊乱視面の度を加算して設定されたものであり、該垂直特殊乱視面は水平の x 軸方向の度が全域に亘ってゼロに設定され、垂直の y 軸方向の度が目標垂直度数に設定されたものである。

【0030】請求項17記載の発明は、屈折力の相違する遠用領域及び近用領域と、両領域間で屈折力が累進的に変化する累進領域を備えた眼鏡用累進焦点レンズの製造方法であって、眼球側のレンズ裏面又は物体側のレンズ表面に予め設定された球面に対し、遠用領域及び近用領域における乱視度を伴わない所定の視力補正特性を発揮することのみを目的として設定されたオリジナル累進屈折面とを合成する第1行程と、前記レンズ裏面又はレンズ表面のうち遠用領域が所定の乱視矯正特性を発揮することのみを目的としてオリジナル遠用乱視矯正屈折面を求める第2行程と、前記レンズ裏面又はレンズ表面のうち近用領域が所定の乱視矯正特性を発揮することのみを目的としてオリジナル近用乱視矯正屈折面を求める

第3の行程と、眼鏡用累進焦点レンズのレンズ裏面又はレンズ表面を、前記球面、オリジナル累進屈折面、オリジナル遠用乱視矯正屈折面及びオリジナル近用乱視矯正屈折面から合成する第4の行程とを有し、前記最終的に合成された合成屈折面の座標データに基づいてレンズ加工装置によりレンズの表面又は裏面を加工することを特徴とするものである。

【0031】請求項18記載の発明は、請求項17において、前記第1行程は、レンズ表面を所定曲率の球面に設定し、レンズ裏面側の球面を表す式 $f_s(x, y)$ と、該球面の頂点位置からオリジナル累進屈折面に至る光軸と平行な z 軸方向の距離を表す関数 $f_p(x, y)$ とを合成したサグ量 Z を表す次の式により行われ、
 $Z = f_s(x, y) + f_p(x, y)$

レンズ裏面の球面のベースカーブの曲率半径を r とすると、前記球面を表す式 $f_s(x, y)$ は、
 $f_s(x, y) = r - \sqrt{(r^2 - x^2 - y^2)}$
 で求められるものである。

【0032】請求項19記載の発明、請求項18において、前記オリジナル遠用乱視矯正屈折面は、トーリック面の座標 $f_{tf}(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1 又は r_2 、最小曲率半径を r_2 又は r_1 とすると、前記座標 $f_{tf}(x, y)$ は、
 $f_{tf}(x, y) = r_1 - \sqrt{\{[r_1 - r_2 + \sqrt{(r_2^2 - y^2)}]^2 - x^2\}}$
 により求められ、前記オリジナル近用乱視矯正屈折面

$$\begin{aligned} f_{vf}(y)' &= h \cdot y + i = \text{定数} = 0 \cdots (h') \\ f_{vm}(y)' &= a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d \cdots (i') \\ f_{vn}(y)' &= e \cdot y^2 + f \cdot y + g \cdots (j') \end{aligned}$$

但し、 (h') は遠用領域と対応して平面を表し、
 (j') は近用領域と対応して曲面を表し、 (i') は累進領域と対応して前記平面と曲面を滑らかに接続する

$$\begin{aligned} f_{vm}(y) &= k_2(a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d) \cdots (i) \\ f_{vn}(y) &= k_2(e \cdot y^2 + f \cdot y + g) \cdots (j) \end{aligned}$$

において、第2補正係数 k_2 を複数段階に変化させることにより、近用領域における垂直 (y 軸) 方向のみの度数を目標垂直度数 (D_v) に接近する第2漸近行程により目標とする垂直度数矯正屈折面 (24V) が設定され、上記の垂直度数矯正屈折面 (24V) と、前記第1漸近行程により求められた仮想の水平度数矯正屈折面 (24H) とを合成して近用乱視矯正屈折面 (23) を設定するものである。

【0034】請求項21記載の発明は、請求項20において、二次関数で表される前記垂直度数矯正屈折面は、遠用領域と対応して垂直方向の度数がゼロの一次関数で表される平面と、累進領域と対応して前記平面と上記二次関数で表される曲面とを滑らかに接続する三次関数で表される曲面により接続されている。

【0035】請求項22記載の発明は、請求項1～16のいずれかに記載の眼鏡用累進焦点レンズを所定形状に

は、トーリック面の座標 $f_{tn}(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1' 又は r_2' 、最小曲率半径を r_2' 又は r_1' とすると、前記座標 $f_{tn}(x, y)$ は、
 $f_{tn}(x, y) = r_1' - \sqrt{\{[r_1' - r_2' + \sqrt{(r_2'^2 - y^2)}]^2 - x^2\}}$ により求められるものである。

【0033】請求項20記載の発明は、請求項19において、前記オリジナル累進屈折面の形状を設定する前記関数 $f_p(x, y)$ には、前記オリジナル遠用乱視矯正屈折面を表す関数 $f_{tf}(x, y)$ が加算され、
 $S_1 = f_p(x, y) + f_{tf}(x, y)$
 上記式の関数 $f_p(x, y)$ に第1補正係数 k_1 を乗じた次式

$S_2 = k_1 \cdot f_p(x, y) + f_{tf}(x, y)$
 において、第1補正係数 k_1 を複数段階に変化させることにより、近用領域における水平 (x 軸) 方向のみの度数を目標水平度数 (D_h) に接近する第1漸近行程により仮想の水平度数矯正屈折面 (24H) が設定され、一方、近用領域における垂直 (y 軸) 方向のみの度数は、前記第1漸近行程において、第1補正係数 k_1 に応じて垂直方向に変化した度数 (Δd) と近用乱視矯正屈折面 (23) の垂直度数とに基づいて、仮の垂直度数矯正屈折面 (24V') を表す三つの切断関数により仮に設定され、

曲面を表し、上記式 (i') 、 (j') に第2補正係数 k_2 を乗じた次式

カットして眼鏡用フレームに装着したものである。請求項23記載の発明は、請求項22において、左右のレンズの主注視線上に設定される近用領域の二つの中心の距離を、同じく左右のレンズの主注視線上に設定される遠用領域の二つの中心の距離と無関係に個別に設定したものである。

【0036】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の眼鏡用累進焦点レンズ及びその製造方法並びに眼鏡用累進焦点レンズを用いた眼鏡を具体化した一実施形態を図1～図13を用いて説明する。

【0037】この実施形態の眼鏡用累進焦点レンズ11において、前提となる構成は従来の項で述べたものと同様である。即ち、図2に示すようにレンズ11の幾何中心 O_1 の近傍を通る主注視線12上であって、前記幾何中心 O_1 の近傍に位置する遠用中心 O_2 を通る第1水平

線 L 1 より上方の領域を球面又は球面に近い遠用領域 1 3 としている。又、前記主注視線 1 2 上の幾何中心 O 1 よりも下方の近用中心 O 3 を通る第 2 水平線 L 2 より下方の領域を近用領域 1 4 とし、両線 L 1、L 2 の中間を累進領域 1 5 としている。

【0038】図 3 に示すように、累進焦点レンズ 1 1 の物体側のレンズ表面 1 6 は、所定の曲率半径の球面に形成されており、この実施形態ではレンズ表面 1 6 に新たに屈折面の加工が施されることはない。

【0039】一方、眼球側のレンズ裏面 1 7 には各種の屈折面を合成した最終合成屈折面 S e の形状に加工され、該最終合成屈折面 S e とレンズ表面 1 6 の球面（曲率）とにより決定される遠用度数と近用度数（ディオプター、以下単に d p t という）によって遠用視と近用視が適正に行われる。このとき、遠用視と近用視のそれぞれの乱視を矯正できる構成となっている。

【0040】図 1 の符号 1 1 a は、光の屈折率が一定（例えば 1.500）のガラス又は合成樹脂材よりなるレンズ母材であって、レンズ表面 1 6 とレンズ裏面 1 7 は例えばそれぞれ異なる曲率の球面に形成されている。なお、レンズ裏面 1 7 は球面でなくてもよく、レンズの加工によって削られる体積を低減し得るような曲率の曲面に設定されていてもよい。

【0041】この実施形態ではレンズ母材 1 1 a の幾何中心 O 1 を通る光軸、つまり Z 軸とレンズ裏面 1 7 の所定ベースカーブの球面との交点をレンズの頂点位置 P とし、該頂点位置 P を通り光軸（Z 軸）に直交する第 1 直線（水平方向）を x 軸、頂点位置 P を通り、x 軸及び光軸に直交する第 2 直線（垂直方向）を y 軸、x、y 軸を通る平面を x y 平面と定義する。

【0042】そこで、レンズ裏面 1 7 における前述した最終合成屈折面 S e を構成する各要素について、その概要を図 1 により説明する。上記レンズ裏面 1 7 の球面に反映されるオリジナル累進屈折面 2 1 は、眼鏡着用者の乱視度数を伴わない測定遠用度数と測定近用度数に基づいて、予め設定されたものである。このオリジナル累進屈折面 2 1 は、遠用領域及び近用領域における乱視度数を伴わない所定の視力補正特性を発揮することのみを目的とするものであって、遠用屈折面 2 1 a と近用屈折面 2 1 b が累進屈折面 2 1 c により滑らかに連続した累進曲面を表している。なお、図 1 ではオリジナル累進屈折面 2 1 はイメージのみを単純化して示したものである。この図示方法は以下の屈折面 2 2、2 3、2 4 H、2 4 V、2 4 V' 等についても同様である。

【0043】同じくレンズ裏面 1 7 の球面に反映される遠用乱視矯正屈折面 2 2 は、眼鏡着用者の測定遠用乱視度数に基づいて、予め設定されている。この屈折面 2 2 は正乱視矯正用のものにおいては、図 1 に示すように最大曲率半径 r_1 の主経面が x 軸方向に、最小曲率半径 r_2 の主経面が y 軸方向に指向したトーリック面となっ

ている。

【0044】レンズ裏面 1 7 の球面に反映される近用乱視矯正屈折面 2 3 は、眼鏡着用者の測定近用乱視度数に基づいて予め仮想設定され、遠用乱視矯正屈折面 2 2 と同様に最大曲率半径 r_1' の主経面が x 軸方向に、最小曲率半径 r_2' の主経面が y 軸方向に指向したトーリック面となっている。

【0045】この実施形態では仮想設定した近用乱視矯正屈折面 2 3 の他の屈折面への合成行程を理解し易くするために、近用乱視矯正屈折面 2 3 を最大曲率半径 r_1' の主経面のみを目標の度数に設定する行程と、最小曲率半径 r_2' の主経面のみを目標の度数に設定する行程とに分けて考察する。

【0046】近用領域における最大曲率半径 r_1' の主経面を目標度数に設定する行程は、正乱視では水平な x 軸方向のみを考慮して水平度数を変更することにより行われる。この実施形態では前記オリジナル累進屈折面 2 1 を表す関数 $f_p(x, y)$ に第 1 補正係数 k_1 を乗算する後述の第 1 漸近行程により近用水平度数が目標水平度数に設定される。第 1 漸近行程により近用領域における y 軸（垂直）方向の垂直度数も変化するので、この変化量 Δd は次に述べる垂直度数矯正屈折面 2 4 V の設定過程において補正される。第 1 漸近行程で得られた近用領域における水平度数矯正屈折面 2 4 H は、前記垂直度数の変化量 Δd を除いた水平度数のみの矯正屈折面として図 1 に仮想表示されている。

【0047】前述した最小曲率半径 r_2' の主経面のみを目標度数に設定する行程は、正乱視においては図 1 に示すように主経面の方向が垂直な y 軸方向を指向し、垂直度数矯正屈折面 2 4 V として把握することができる。この垂直度数矯正屈折面 2 4 V は、垂直な y 軸方向のみを考慮した矯正用のものであって、z 座標は y 座標によって定まる。

【0048】上記の垂直度数矯正屈折面 2 4 V は、三つの面により形成されている。即ち、垂直度数矯正屈折面 2 4 V の形状は、遠用領域では z 軸方向の座標値が x によらない一次関数 $f_v f(y) = h \cdot y + i$ で表される平面 2 4 V a となっている。又、近用領域では、y 軸方向に関する z 軸方向の座標値が目標度数に設定され、かつ x によらない二次関数

$$f_v n(y) = e \cdot y^2 + f \cdot y + g$$

で表される曲面 2 4 V b となっている。さらに、累進領域では、y 軸方向に関する z 軸方向の座標値が前記平面 2 4 V a と曲面 2 4 V b とを滑らかに接続し、かつ x によらない三次関数

$$f_v m(y) = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d$$

で表される曲面 2 4 V c となっている。

【0049】次に、前記各屈折面 2 1、2 2、2 4 H、2 4 V を求める行程、第 1 漸近行程、屈折面 2 4 V を最終屈折面とする第 2 漸近行程、各屈折面の合成行程等を

遠用及び近用共に正乱視の場合について、図 1、4 を中心に説明する。

(1-1) レンズ裏面 17 の球面にオリジナル累進屈折面 21 を合成する第 1 行程

累進屈折面 21 の形状は、眼鏡着用者の視力測定データに基づいて、遠用領域及び近用領域における乱視度数を伴わない所定の視力補正特性を発揮することのみを目的として求められる。この屈折面 21 は乱視矯正を行わないので、オリジナル累進屈折面 21 と言う。レンズ裏面 17 の球面に前記オリジナル累進屈折面 21 を合成する第 1 行程においては、次の関数が用いられる。(図 4 のステップ ST1 参照)

$$Z = f_s(x, y) + f_p(x, y)$$

上記関数において、記号 Z は前記頂点位置 P (z = 0)、つまり xy 平面からオリジナル累進屈折面 21 に至る距離、即ちサグ量である。

【0050】上記の $f_s(x, y)$ はレンズ裏面 17 の

$$Z = r - \sqrt{(r^2 - x^2 - y^2)} + f_p(x, y) \cdots (a)$$

(1-2) オリジナル遠用乱視矯正屈折面 22 を求める第 2 行程

このオリジナル遠用乱視矯正屈折面 22 は眼鏡着用者の測定乱視度数に基づいて、遠用領域、近用領域及び累進領域が所定の遠用乱視矯正特性を発揮することのみを目的として求められるものである。(図 4 のステップ ST2 参照) 一般に、乱視(矯正屈折)面を表す方法として、トーリック面を用いる。屈折面 22 を形成するトーリック面は図 1 に示すように曲率半径 r_2 の円弧(母円)の中心 C を通らない直線 $y - y'$ を軸として回転させたときにできる曲面で、「タイヤ型」と「タル型」の二種類がある。

$$f_{tf}(x, y) = r_1 - \sqrt{[r_1 - r_2 + \sqrt{(r_2^2 - y^2)}]^2 - x^2} \cdots (b)$$

上記式 (b) において、主曲率半径 r_1 、 r_2 の最大、最小関係が入れ替わると、トーリック面は「タイヤ型」と「タル型」との間で入れ替わる。

【0055】乱視面の表現にはトーリック面以外の方法として、トーリック面に非球面の考え方を応用した「非

$$f_{tf}(x, y) = (C_x \cdot x^2 + C_y \cdot y^2) / [1 + \sqrt{(1 - C_x^2 \cdot x^2 + C_y^2 \cdot y^2)}] \cdots (c)$$

(1-3) 前記オリジナル近用乱視矯正屈折面 23 を求める第 3 の行程

近用乱視矯正屈折面 23 は、前述した遠用乱視の場合と

$$f_{tn}(x, y) = r_1' - \sqrt{[r_1' - r_2' + \sqrt{(r_2'^2 - y^2)}]^2 - x^2} \cdots (b')$$

上式 (b') により求められる。(図 4 のステップ ST3 参照) 近用乱視矯正屈折面 23 の形状は、トーリック

$$f_{tn}(x, y) = (C_x \cdot x^2 + C_y \cdot y^2) / [1 + \sqrt{(1 - C_x^2 \cdot x^2 + C_y^2 \cdot y^2)}] \cdots (c')$$

上式 (c') により設定することができる。

(1-4) オリジナル累進屈折面 21 とオリジナル遠用

球面を表す関数であり、以下の式により求められる。

$$f_s(x, y) = r - \sqrt{(r^2 - x^2 - y^2)}$$

但し、 r は図 3 に示すレンズ裏面 17 における Z 軸上の点 P0 を中心とする球面のベースカーブの曲率半径である。

【0051】 $f_p(x, y)$ はレンズ裏面 17 の球面からの Z 方向の変位を表すオリジナル累進屈折面 21 の関数であり、乱視度数を伴わない所定の視力補正特性を発揮するように眼鏡着用者に適した式に設定される。この関数 $f_p(x, y)$ については例えば、特開平 03-46616 号公報、特公昭 47-9626 号公報、あるいは特公平 06-80447 号公報等に記載されているが、この実施形態では詳しい説明を省略する。

【0052】従って、球面に対し前記オリジナル累進屈折面 21 を合成した屈折面の形状(サグ量 Z) は、以下の式 (a) で求められる。

【0053】前記曲率半径 r_1 と r_2 を主曲率半径と呼び、一方が最大の値で他方が最小の値をとる。この主曲率半径 r_1 、 r_2 による主経面の面屈折力は最強度と最弱度の度数となり、その差が乱視度数である。乱視の矯正用レンズの場合、度数(パワー)が方向別に異なり、最小パワーは S 度数で最大パワーは (S + C) 度数となる。なお、レンズの平均度数は簡易的に「 $S + C/2$ 」で表される。

【0054】トーリック面である前記オリジナル遠用乱視矯正屈折面 22 の座標は主曲率半径を r_1 、 r_2 とすると、以下の関数で表される。

トーリック面」や、特願平 8-518047 号公報に開示された乱視面の座標を表す式がある。この式では、曲率を $C_x = 1/r_1$ 、 $C_y = 1/r_2$ とし、前記屈折面 22 の座標を、次式 (c) で表している。

【0056】

同様にトーリック面の座標 $f_{tn}(x, y)$ で表され、トーリック面の最大曲率半径を r_1' 、最小曲率半径を r_2' とすると、前記座標 $f_{tn}(x, y)$ は、

面の座標 $f_{tn}(x, y)$ で表され、トーリック面の曲率を $C_x = 1/r_1'$ 、 $C_y = 1/r_2'$ とすると、

乱視矯正屈折面 22 の合成

両屈折面 21、22 の合成は座標の加減算を意味し、第

1 合成屈折面 S1 の座標は、

$$S1 = fp(x, y) + ftf(x, y) \cdots (d)$$

上式 (d) により求められる。

【0057】 前述した (1-1) の式 (a) 及び (1-2) の式 (b) から明らかなように、第1合成屈折面 S

$$S1 = fp(x, y) + r1 - \sqrt{[(r1 - r2 + \sqrt{(r2^2 - y^2)})^2 - x^2]} \cdots (e)$$

前述した式 (e) は互いに直交する乱視軸（主経面）が x 軸と y 軸に一致したときに適用されるものであり、正乱視の場合を示す。乱視者の何割かは斜乱視であり、主経面（主曲率半径 r1, r2）の方向が斜めになっているレンズを必要とする。この場合には、x, y 軸に対する乱視軸の傾斜角度を θ として、x, y の座標変換を行う。

$$\begin{aligned} S1' &= fp(x, y) + ftf(x', y') \\ &= fp(x, y) + r1 \\ &\quad - \sqrt{[(r1 - r2 + \sqrt{(r2^2 - y'^2)})^2 - x'^2]} \cdots (f) \end{aligned}$$

なお、前述した式 (c) を用いて遠用乱視矯正屈折面 2 とオリジナル累進屈折面 21 の合成を行う場合も前述した式 (d) (e) (f) と同様である。

(1-5) 前記第1合成屈折面 S1 又は S1' に対し測定近用乱視度数のうちの目標水平度数を設定して第2合成屈折面 S2 又は S2' を求める第1漸近行程（図4のステップ ST5 参照）。

【0060】 第1合成屈折面 S1' を構成するオリジナル累進屈折面 21 の近用領域の度数を変更することにより目標とする近用水平度数を以下に述べるように新たに設定することができる。

【0061】 ところで、遠用領域では、屈折面の座標を合成するだけで容易に目標の度数を出すことができ、遠用領域上方や側方の度数が正確に「累進屈折面+乱視矯正屈折面」になっていなくても、大きな問題はない。しかし、二つの屈折面を単純に合成する方法においては、近用領域の水平度数が目標の水平度数からずれてしまうので、それを正確に出すため第1漸近行程をとっている。

$$\begin{aligned} S2' &= k1 \cdot fp(x, y) + ftf(x', y') \\ &= k1 \cdot fp(x, y) + r1 \\ &\quad - \sqrt{[(r1 - r2 + \sqrt{(r2^2 - y'^2)})^2 - x'^2]} \cdots (g') \end{aligned}$$

なお、この項において正乱視における第2合成屈折面 S2 は、以下の式で表される。

$$\begin{aligned} S2 &= k1 \cdot fp(x, y) + ftf(x, y) \\ &= k1 \cdot fp(x, y) + r1 \\ &\quad - \sqrt{[(r1 - r2 + \sqrt{(r2^2 - y^2)})^2 - x^2]} \cdots (g) \end{aligned}$$

上記式 (g) 又は前記式 (g') の計算は一回の行程では目標とする近用水平度数にならないので、前記第1補正係数 k1 を段階的に変化させるシミュレーションをして、目標の近用水平度数とのズレを求める。これを繰り返して目標の近用水平度数に近づけていく。最初は、この第1補正係数 k1 = 1 と考え、それを 1 よりも大きく

1 は次式 (e) により求められる。（図4のステップ ST4 参照）

【0058】

$$\begin{aligned} x' &= x \cdot \cos \theta - y \cdot \sin \theta \\ y' &= x \cdot \sin \theta + y \cdot \cos \theta \end{aligned}$$

遠用乱視矯正屈折面 22 の式 ftf(x, y) は、変換後の x', y' 座標を代入すれば良く、第1合成屈折面 S1' は、次式 (f) で求められる。

【0059】

【0062】 この第1漸近行程では、まず、前述した単純合成された第1合成屈折面 S1' における近用度数を計算する。この計算は単純な合成面のカーブを求めるシミュレーション計算でもよく、実際に眼に入射する光線のシミュレーション計算でもよい。眼鏡着用者の検眼方法として普通の球面レンズを使用する方法を想定すれば、前者の方が望ましい。検眼に用いた球面レンズは、単純な表と裏の面カーブの差によって度数が出ているからである。

【0063】 前述のように求めた第1合成屈折面 S1' の近用水平度数と、目標とする近用水平度数、つまり実際に設定したい近用水平度数の差を一致させて第2合成屈折面 S2' を求める第1漸近行程が次のように行われる。

【0064】 この第1漸近行程には、第1合成屈折面 S1' の式 (f) において、オリジナル累進屈折面 21 を表す関数 fp(x, y) に第1補正係数 k1 を乗ずる次式 (g') が用いられる。

【0065】

【0066】

したり小さくしたりして近用領域の水平度数を目標近用水平度数に近づける。

【0067】 この第1漸近行程において、k1 · fp(x, y) により設定された水平度数矯正屈折面 24H は、前述したように図1に仮想表示されている。第1漸近行程において、水平度数のみを変化させることはでき

ず、垂直方向の度数も第1補正係数 k_1 に応じて変化する。この垂直度数の変化量 Δd (dpt)は第1補正係数 k_1 が確定すれば、 $k_1 \cdot f_p(x, y)$ から求められるので、この変化量 Δd 及び測定近用乱視度数のうちの垂直度数に基づいて、次に述べる仮の垂直度数矯正屈折面24V'が設定される。(ステップST6参照)

(2-1) 仮の垂直度数矯正屈折面24V'の設定行程
(図4のステップST6参照)

ここで、仮の矯正屈折面24V'を設定する理由について説明すると、前述した変化量 $\Delta d \{k_1 \cdot f_p(x, y)\}$ から求められる)及び測定近用乱視度数のうちの垂直度数が明らかであるので、それらに基づいて目標垂直度数となる垂直度数矯正屈折面24V'が一回の設定作業で理論的には設定できる筈である。しかし、実際には目標垂直度数とならないことが多いので、仮の垂直度数矯正屈折面24V'を設定する。

【0068】仮の垂直度数矯正屈折面24V'を表す関数 $f_v(y)'$ は、x軸方向の座標に無関係でyのみに影響される関数である。関数 $f_v(y)'$ は遠用領域の $f_{vf}(y)'$ 、累進領域の $f_{vm}(y)'$ 、近用領域の $f_{vn}(y)'$ の3式に分けられる。y座標の値によって遠・中・近を判定する。例えば、「 $y > 2$ (幾何中心から2mm上)の領域を遠用領域」、「 $y < -12$

(幾何中心から12mm下)の領域を近用領域」と設定している。遠用度数測定位置が幾何中心O1よりも8mm上ならば、境界は $3\text{mm} \pm 2\text{mm}$ が望ましい。5mmよりも大きく設定すると、遠用度数測定位置で度数の誤差を発生する。逆に1mmよりも小さい値や負の値に設定すると、垂直度数矯正屈折面24V'の遠用領域から近用領域にかけての変形、つまりうねりが急激になってしまう。

$$f_{vm}(y)' = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d \cdots (i')$$

近用領域の関数 $f_{vn}(y)'$ の最も簡単な表現方法は二次式である。即ち、x軸方向の座標値を定数とし、y軸方向に関するz軸方向の座標値が目標度数に仮に設定された曲面24Vb'を表す次式(j')である。

【0074】

$f_{vn}(y)' = e \cdot y^2 + f \cdot y + g \cdots (j')$
ところで、累進領域の形状にとって肝要なことは、遠用領域から累進領域にかけて垂直度数が不連続に変化しないことである。

【0075】以下に、この条件を列記する。

・面の度数(=カーブ)は面形状のyによる2階微分値に比例し、換言すれば「2階微分値が不連続でない(連続である)」ということになる。

【0076】・遠用領域では $f_{vf}(y)' = 0$ のため、これをyで2階微分した値も $f_{vf}''(y)' = 0$ である。

・累進領域の関数 $f_{vm}(y)'$ も $y = 2$ のときは同様に2階微分値も $f_{vm}''(2)' = 0$ である。

【0069】遠用領域から近用領域の累進領域にかけての形状変化は、スプライン関数で表現される。ここでは「遠用領域 $f_{vf}(y)'$ ・平面=一次式」、「累進領域 $f_{vm}(y)'$ ・3次式」、及び「近用領域 $f_{vn}(y)'$ ・2次式」が滑らかにつながっているような関数が必要となる。「滑らかにつながる」とは、形状的につながっている他に折れ曲がらないこと、カーブ(曲率)が不連続に変化しないことを意味する。カーブが不連続に変化すると、ある点の度数が不連続に変化する。

【0070】スプライン関数の特性を利用して遠用領域と近用領域を滑らかに接続するが、このスプライン関数の簡単な例として「切断べき関数」を例示する。「切断べき関数」とは、以下に例示するようにべき乗で表現された別々の多項式に設定したものである。

【0071】遠用領域の関数 $f_{vf}(y)'$ は、遠用領域のカーブ又は度数に影響を与えないために、x座標の値が定数で、y座標の値によらず

$$f_{vf}(y)' = h \cdot y + i = \text{定数}$$

上記の一次式で表される平面24Va'とする。この実施形態では説明を簡略化するために、上式において、

h, i を0として、

$$f_{vf}(y)' = 0 \cdots (h')$$

とする。

【0072】累進領域の関数 $f_{vm}(y)'$ の最も簡単な表現方法は三次式である。即ち、x軸方向の座標値を定数とし、y軸方向に関するz軸方向の座標値が前記平面24Va'と次に述べる曲面24Vb'とを滑らかに接続する曲面24Vc'を表す三次関数式(i')となる。

【0073】

【0077】・屈折面は滑らかに変化しなければならないので、1階微分値も $f_{vm}'(2)' = 0$ である。

又、形状そのものが不連続になってはならないので、 $f_{vm}(2)' = 0$ である。

【0078】・近用領域の入口、つまりyの値が-12のとき、累進領域の関数 $f_{vm}(y)'$ の2階微分値 $f_{vm}''(-12)'$ を目標値に設定するためには、近用領域の関数 $f_{vn}(y)'$ の2階微分値 $f_{vn}''(-12)'$ が、前記2階微分値 $f_{vm}''(-12)'$ と等しくなるようにする必要がある。

【0079】なお、 $y = -12$ としたのは、近用度数測定位置を幾何中心O1の12mm下に想定したためである。又、垂直方向の度数のズレからと、「もとの曲率」から「あるべき曲率」を決定する。その後「もとの曲率」と「あるべき曲率」の値をもとに、2階微分値の目標値を決定することができる。

【0080】・近用領域の入り口では、 $f_{vm}'(-12)' = f_{vn}'(-12)'$ 、 $f_{vm}(-12)' =$

$f_{vn}(-12)'$ という条件も成立する必要がある。
・前述した近用領域の関数 $f_{vn}(y)'$ における2次係数 e に関して、

$e \approx 0.5 \times \text{度数変化量} / (\text{素材屈折率} - 1)$
という近似式が成り立つ。

【0081】この近似式の度数変化量は、 $dpt (=m^{-1})$ 単位である。他の式では mm を用いている関係で単位を揃えて、

$e \approx 0.5 \times \text{度数変化量} \times 0.001 / (\text{素材屈折率} - 1)$
とする。

【0082】以上の各条件を満たすようにして、前記関数 (h') 、 (i') 及び (j') に基づいて仮の垂直度数矯正屈折面 $24V'$ を設定することができる。前述した関数 $f_{vm}(y)'$ 、 $f_{vn}(y)'$ の式

(i') 、 (j') における各係数 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 、 g の設定は例えば以下に行われる。

【0083】垂直度数の変化量 $\Delta d = 0.03 dpt$ 、素材屈折率 $= 1.500$ とすると、前述した近似式、
 $e \approx 0.5 \times \text{度数変化量} \times 0.001 / (\text{素材屈折率} - 1)$

$$\begin{aligned} a &= -0.0000001786 \\ c &= -0.0000021429 \\ f &= 0.0000750000 \end{aligned}$$

なお、このようにして設定された仮の垂直度数矯正屈折面 $24V'$ を表す式も完全ではないことは、前述した通りである。実際にはシミュレーションによる漸近補正を次項(2-2)のように行ってより正確な垂直度数矯正屈折面 $24V$ を設定する。

(2-2) 仮の垂直度数矯正屈折面 $24V'$ に基づいて目標とする垂直度数矯正屈折面 $24V$ を設定する第2漸近行程(図4のステップST7参照)

$$\begin{aligned} f_{vm}(y) &= k_2 \cdot f_{vm}(y)' \\ &= k_2 (a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d) \cdots (i) \\ f_{vn}(y) &= k_2 \cdot f_{vn}(y)' \\ &= k_2 (e \cdot y^2 + f \cdot y + g) \cdots (j) \end{aligned}$$

上記式(i)又は(j)の計算は一回の行程では目標とする近用垂直度数にならないので、第2補正係数 k_2 を段階的に変化させるシミュレーションをして、目標の近用垂直度数とのズレを求める。これを繰り返して目標の近用垂直度数に近づけていく。最初は、この第2補正係数 $k_2 = 1$ と考え、それを1よりも大きくしたり小さくしたりして近用領域の垂直度数を目標近用垂直度数に近づける。

$$S_e = S_2' + f_v(y) = S_2' + \{f_{vf}(y), f_{vm}(y), f_{vn}(y)\} \cdots (k)$$

(2-4) レンズ母材の加工工程(図4のステップST9参照)

図4のステップST9において、最終合成屈折面 S_e に基づいてレンズ母材11aの裏面の球面の加工を行うこ

から、 e は次のように求められる。

$$\begin{aligned} \text{【0084】 } e &\approx 0.5 \times 0.03 \times 0.001 \times \\ &\quad (1.5 - 1.0) \approx 0.0000075 \end{aligned}$$

又、累進領域を規定する第1水平線 L_1 、第2水平線 L_2 の y 座標の値を、 $2mm$ 、 $-12mm$ とすると、前述した $f_{vm}(y)'$ を表す (i') 、 $f_{vn}(y)'$ を表す (j') 式から以下の各等式が成立する。なお、符号「 $'$ 」は一階微分値、「 $''$ 」は二階微分値を表す。

【0085】

$$10 \quad f_{vm}''(2)' = 0 \rightarrow 8a + 4b + 2c + d = 0$$

$$f_{vm}'(2)' = 0 \rightarrow 12a + 4b + c = 0$$

$$f_{vm}''(2)' = 0 \rightarrow 12a + 2b = 0$$

$$f_{vm}(-12)' = f_{vn}(-12)'$$

$$\rightarrow -1728a + 144b - 12c + d = 144e - 12f + g$$

$$f_{vm}'(-12) = f_{vn}'(-12)$$

$$\rightarrow 432a - 24b + c = -24e + f$$

$$f_{vm}''(-12) = f_{vn}''(-12)$$

$$\rightarrow -72a + 2b = 2e$$

これらの式から、 a 、 b 、 c 、 d 、 f 、 g を求めると、
以下になる。

【0086】

$$b = 0.0000010714$$

$$d = 0.0000014286$$

$$g = 0.0003100000$$

前述したステップST6において計算により求めた三次関数 $f_{vm}(y)'$ 及び二次関数 $f_{vn}(y)'$ を用いても、前記垂直度数の変化量 Δd (例えば $0.03 dpt$) は必ずしも完全に補正できない。このため、前述した三次関数 $f_{vm}(y)'$ 及び二次関数 $f_{vn}(y)'$ に第2補正係数 k_2 を乗じた次式(i)、(j)により補正が行われる。

【0087】

(2-3) 最終合成屈折面 S_e の合成(図4のステップST8参照)

以上のようにして設定された垂直度数矯正屈折面 $24V$ の形状を表す切断べき関数 $f_{vf}(y)$ 、 $f_{vm}(y)$ 、 $f_{vn}(y)$ を、前述した第2合成屈折面 S_2' に合成することにより、最終合成屈折面 S_e を次式(k)により求める。

【0088】

とにより累進焦点レンズが製造される。

【0089】上記のレンズ母材11aの裏面の加工は、レンズ加工装置における数値制御装置の記録媒体に予め記録した最終合成屈折面 S_e の座標データにより加工刃

が自動制御されることにより行われる。

(3) 遠用領域は正乱視で、近用領域の乱視軸が傾斜した斜乱視の場合における最終合成屈折面 $S e'$ を求める行程について

前述した(2-1)～(2-4)項では、遠用領域が斜乱視で、近用領域が正乱視の場合について説明したが、

(3)項ではそれが逆の場合である。

(3-1)第1方法(図5～図7参照)

近用領域の最終合成屈折面 $S e'$ の度数は、次のa～dの要素を合成したものである。

【0090】a 遠用領域の乱視度数

b 第1漸近行程に用いた $k1 \cdot fp(x, y)$ により設定された加入度

c 垂直特殊乱視面

d 斜め特殊乱視面

上記のうち、aは遠用乱視度数によって決定される。b～dの三要素を度数加算要素と定義し、この度数加算要素を、一般的な乱視度数(S度数とC度数の組み合わせ)として決定するための方法を以下に説明する。

【0091】図5に示すように、遠用度数の球面要素としてのS度数を Dfb 、球面要素と円筒要素を合成した $S+C$ 度数を Dfc とすると、 Dfb と Dfc の方向は直交する。近用度数のS度数を Dnb 、 $S+C$ 度数を Dnc とすると、 Dnb と Dnc の方向も直交する。度数加算要素のS度数を Dxb 、 $S+C$ 度数を Dxc とすると、 Dxb と Dxc の方向も直交する。

【0092】次に、前述した $S+C$ 度数を、「球面要素+円筒要素」に分解する。遠用の円筒要素を $Df1$ とすると、

$$Dfc = Dfb + Df1$$

となる。

【0093】又、度数加算要素の円筒要素を $Dx1$ とすると、

$$Dxc = Dxb + Dx1$$

となる。

【0094】さらに、遠用度数に度数加算要素を加えた度数は、球面要素($Dfb+Dxb$)に、円筒要素(D

$$R1^2 = Df1^2 + Dx1^2 + 2Df1 \cdot Dx1 \cdot \cos 2\gamma x$$

$$Dnb = (Df1 + Dx1 + R1) / 2 + Ds1$$

$$Dnc = (Df1 + Dx1 - R1) / 2 + Ds1$$

$$\sin 2\alpha 1 = Df1 \cdot \sin 2\gamma x / R1$$

遠用と近用の乱視軸から求める。

【0099】上述の各式を満足する $Dx1$ 、 Dxb 、 γx を求める。次に、図7に基づいて、特殊乱視面の設定方法について説明する。前述した計算式により求めた度数加算の要素 $Dx1$ 、 Dxb 、 γx をさらに分析する。この実施形態では、これらの度数加算の要素を以下に示す要素に分解する。

【0100】

・垂直特殊乱視面の円筒要素 $Dv1$

$f1+Dx1$)を加えたものである。一般に、球面要素の合成($Dfb+Dxb$)は単純な度数の足し算で求められ、「球面要素+円筒要素」の合成も容易である。円筒面の軸方向は「球面度数+円筒度数」の足し算で求められる。円筒面の軸と垂直な方向は、球面度数と同じ度数である。

【0095】しかし、円筒要素同士の合成($Df1+Dx1$)はやや複雑なので、以下に一般的な方法を示す。図6に示すように、屈折力 $D1$ の第1円筒面Aの軸と屈折力 $D2$ の第2円筒面Bの軸とが任意の角 γ をなしているときに、これを両円筒面A、Bの軸が90度をなしている1枚のレンズに換算することができる。但し、この場合に第1円筒面Aの屈折力を $D1'$ 、第2円筒面Bの屈折力を $D2'$ とし、又、 $D1'$ の第1円筒面Aの軸と、 $D1$ の第2円筒面Bの軸とのなす角を α とする。すると、合成面における $D1'$ 、 $D2'$ 、 α は次の四つの式から計算することができる。なお、下記の一歩目の式は「R」を定義したものである。

【0096】

$$R^2 = D1^2 + D2^2 + 2D1 \cdot D2 \cdot \cos 2\gamma$$

$$D1' = (D1 + D2 + R) / 2$$

$$D2' = (D1 + D2 - R) / 2$$

$$\sin 2\alpha = D1 \cdot \sin 2\gamma / R$$

この実施形態においては、上記各式を逆用して、目的の乱視度数を得るためにどのような円筒要素が必要となるかを計算する。

【0097】次に、度数加算要素の設定方法について説明する。球面要素の合計 $Ds1$ は、

$$Ds1 = Dfb + Dxb$$

で示され、遠用の円筒要素 $Df1$ は、

$$Df1 = Dfc - Dfb$$

で示され、度数加算要素の円筒要素 $Dx1$ は

$$Dx1 = Dxc - Dxb$$

で示され、 $Df1$ と $Dx1$ のなす角 γx とすると、上記の各式から次の各式が成り立つ。なお、下記の一歩目の式は「R1」を定義したものである。

【0098】

Dnb は近用度数のS度数

Dnc は近用度数の $S+C$ 度数

$\alpha 1$ は Dfb と Dnb のなす角であって、

・斜め特殊乱視面の円筒要素 $Dl1$

・球面度数として加算する要素 $Ds2$

又、垂直特殊乱視面と斜め特殊乱視面のなす角度として、 $\gamma x = 45$ 度と定めている。

【0101】 $\gamma x = 45$ 度と定めた理由は、乱視軸が45度を越えると、斜め特殊乱視面の影響が遠用領域に影響する。このため、45度以下が望ましいが、これをあまり小さくすると問題である。即ち、 $\gamma x = 1$ 度と仮定

すると、この状態で合成乱視軸を 45 度にするには、垂直特殊乱視面と斜め（傾き 1 度）特殊乱視面の値を、それぞれプラス、マイナスの符号を変えて極めて大きな数値に設定する必要がある、実際の加工には適さない。又、円筒面の合成は一種の近似計算であるため、各乱視の値を極端に大きくすると、近似誤差が大きくなる。従って、 $\gamma x = 35 \sim 45$ 度の範囲で選択するのが望ましい。

【0102】さて、 $\alpha 2$ を $Dv1$ と Dxc のなす角とすると、前述した各要素 $Dv1$ 、 $D11$ 、 $Ds2$ 、 Dxb 、 $Dx1$ などの間には次の各式が成立する。なお、下記の一項目の式は「R2」を定義したものである。

$$【0103】 R2^2 = Dv1^2 + D11^2$$

$$Dxb = (Dv1 + D11 + R2) / 2 + Ds2$$

Dxb は前述した方法で求められている。

$$【0104】 Dxc = (Dv1 + D11 - R2) / 2 + Ds2$$

$Dxc = Dxb + Dx1$ で、 $Dx1$ は前述した方法で求められている。

$$\sin 2\alpha 2 = Dv1 / R2$$

$\alpha 2 (= \gamma x)$ は度数加算要素の傾き角で既知である。

【0105】これらの式を満足するように図 7 に示された垂直特殊乱視面の $Dv1$ 、斜め特殊乱視面の $D11$ 、球面度数として加算する要素 $Ds2$ を求めることができる。以上のようにして、近用領域における度数加算要素が設定され、最終合成屈折面 Se' を設定することができる。即ち、 $Se' =$ 係数 $k1$ 倍した累進面 + 遠用乱視面 + 垂直特殊乱視面 + 斜め特殊乱視面 であり、最終合成屈折面 Se' は、近似的に求めた値である。実際は、このようにして計算された合成面 Se' を元にシミュレーションを行い、近用の発現度数を計算する。その度数と、目標とする近用度数の差を 0 に近づけるべくさらに別の合成要素を求め、特殊乱視面を更新する。これはフィードバック計算であり、累進面の式に乗ずる第 1 補正係数 $k1$ を漸次変更して加入度を目標に近づける漸近方法と同様である。

(3-2) 第 2 方法（図 5、6 及び図 8～10 参照）

この第 2 方法により得られる近用領域の最終合成屈折面 Se'' は、次の a、b、c の要素を合成したものである。

【0106】 a 遠用領域の乱視度数

b 第 1 漸近行程に用いた $k1 \cdot fp(x, y)$ により設定された加入度

c 斜め特殊乱視面

上記のうち、a は遠用乱視度数によって決定される。

b、c の二要素を度数加算要素と定義し、この度数加算要素を、一般的な乱視度数（S 度数と C 度数の組み合わせ）として決定するための方法を以下に説明する。

【0107】図 5 及び図 6 を参照して展開された第 1 方法における $Dx1$ 、 Dxb 、 γx を求めるための理論は、第 2 方法においても同様であるため、説明を省略す

る。そこで、図 8～10 に基づいて、特殊乱視面の設定方法について説明する。

【0108】前述した計算式により求めた度数加算要素は、斜め特殊乱視面と球面度数からなっている。球面度数 Dxb は、オリジナル累進屈折面によってもたらされる加入度である。オリジナル累進面による加入度を目標とする値に設定するには、累進面屈折面を表す関数 $fp(x, y)$ に乗ずる第 1 補正係数 $k1$ を調整すればよい。

【0109】図 8 に示すように、

度数加算要素 = 斜め特殊乱視面 + 球面度数

とした場合には、斜め特殊乱視面は、円筒屈折力 $Dx1$ 、傾き角度 γx として設定される。

【0110】以上のようにして、近用領域における度数加算要素が設定され、最終合成屈折面 Se'' を設定することができる。即ち、

$Se'' =$ 第 1 補正係数 $k1$ 倍した累進面 + 遠用乱視面 + 斜め特殊乱視面

ここで、乱視軸が図 8 に示すように大きく傾斜しない場合には、それほど問題はない。しかし、図 9 に示すように、乱視軸が 45 度を越えると、斜め特殊乱視面の影響が遠用領域に影響する。これを解決するため図 10 に示すように円筒面の軸を入れ換えると遠用領域への影響を低減することができる。

【0111】なお、最終合成屈折面 Se'' も、近似的に求めた値である。実際は、このようにして計算された合成屈折面 Se'' を元にシミュレーションを行い、近用の発現度数を計算する。その度数と、目標とする近用度数の差を 0 に近づけるべく、さらに別の合成要素を求め、特殊乱視面を更新する。これはフィードバック計算であり、累進面の式に乗ずる第 1 補正係数を漸次変更して加入度を目標に近づける第 1 漸近行程と同様である。

【0112】上記の漸近方法に代えて、特殊乱視面を例えば初回の合成で乱視軸が充分目標に近づかなければ、特殊乱視面をさらに傾ける等の設定をして合成する方法も考えられる。この方法は合成が一回で済むのでよい。又、初回の合成で乱視値が充分目標に近づかなければ、特殊乱視面の乱視の大きさを変更して、漸近法により目標に近づけていくようにしてもよい。

【0113】この第 2 方法により得られる近用領域の最終合成屈折面 Se'' は、乱視軸を入れ換えると、度数加算要素の球面度数成分が増加し、オリジナル累進屈折面に乗ずる第 1 補正係数 $k1$ が増加し、面全体の非点収差や歪曲の点で不利となる。しかし、第 1 方法よりも行程が簡便である。

(4) 遠用 PD と近用 PD を独立して設定する方法について

ところで、累進焦点レンズを用いた眼鏡は、遠用領域を使用して遠くを適正に見ることができるよう、測定された左右の眼球の中心の距離（PD；頂間距離）に合わ

せて図 2 に示すレンズの遠用中心 O 2、O 2 の距離、つまり遠用 P D が設定される。そして、読書等において近用領域を使用して近くを適正に見ることができるように、近用中心 O 3、O 3 の距離、つまり近用 P D が前記遠用 P D よりも所定距離だけ短く設定される。

【0114】図 2 に示すように、左右のレンズ 1 1、1 1 の遠用 P D は、測定された左右の眼球中心の距離と同じに設定される。又、近用 P D は眼鏡着用者によって異なる。これは図 1 1 に示すように、近点 W と眼球との間の距離が個々の眼鏡着用者によって異なるためである。従って、遠用 P D に無関係に近用 P D を自由に設定するのが望ましく、この最も簡単な方法は、図 1 2 に示すように遠用中心 O 2 を中心として累進面を回転させることである。即ち、

$$x' = x \cdot \cos \theta - y \cdot \sin \theta$$

$$y' = x \cdot \sin \theta + y \cdot \cos \theta$$

という座標変換をして、累進面を表す式を $f p(x', y')$ で計算すれば良い。この方法によると、回転によって近用度数測定位置が左右だけでなく、上下にも動いてしまう。しかし、上下動はわずかなので無視するか累進面にかかる第 1 補正係数 k_1 で調整する。例えば、近用の眼球中心 (E P) が上方に移動することは、加入の入り方が大きくなることに相当するので第 1 補正係数 k_1 を小さくして調整する。

【0115】上記の回転法では非点収差や歪曲の分布も回転してしまうので、図 1 3 に示すように、累進領域と近用領域の累進面の座標だけを水平方向にスライドさせる方法が考えられる。このためには累進領域と近用領域において x 座標の適当な変換を行う。

$$【0116】x' = x + \Delta x(y)$$

上式は水平方向のズレを表すが、方法はいろいろ考えられる。厳密な面の連続性を考慮すると、遠用領域と累進領域の境界、及び累進領域と近用領域の境界において 1 階微分値が連続的に変化するような方式が望ましい。これは、垂直度数矯正屈折面 2 4 V を生成する際に連続性について考慮した理論と同様である。

【0117】 $\Delta x(y)$ とは、 y の値によって Δx の値を定める関数である。この関数の最も単純な形態は 1 次式である。ただし、1 次式では「遠用領域と累進領域の境界」及び「累進領域と近用領域の境界」において変化の仕方が不連続になる（折れ曲がる）。連続的に変位させるには、それぞれの境界において徐々に変位量を変化させればよい。この方法としてスプライン関数（その中で最も簡単なものが切断べき関数）がある。具体的な例として、ここでは、さらに単純な方法を示す。

【0118】累進領域の長さを 15 mm とし、この 15 mm の間に 1 mm スライドさせる方法をとる。

$$\Delta x(y) = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d$$

上式の係数 a , b , c , d を求めれば良い。

$$【0119】\Delta x(0) = 0 \quad \text{① 遠用領域と累進領域の境界で変位が 0 mm}$$

域の境界で変位が 0 mm

$$\Delta x(15) = 1 \quad \text{② 累進領域と近用領域の境界で変位が 1 mm}$$

$$\Delta x'(0) = 0 \quad \text{③ 用領域と累進領域の境界で傾きが 0}$$

$$\Delta x'(15) = 0 \quad \text{④ 累進領域と近用領域の境界で傾きが 0}$$

$$\text{①より } d = 0, \text{ ③より } c = 0, \text{ ②と④より } a = 2/15^3, b = -1/15^2 \text{ となる。}$$

10 【0120】以上詳述したように本実施形態によれば、次のような作用、効果を得ることができる。

(1) 前記実施形態では、遠用領域の乱視度数と近用領域の乱視度数を眼鏡着用者の測定遠用乱視度数と測定近用乱視度数に基づいて個別に設定したので、近用視における乱視の矯正を適正に行い、疲労を低減することができる。

20 【0121】(2) 前記実施形態では、近用乱視矯正屈折面 2 3 を X 軸方向成分と Y 軸方向成分に分割して設定したので、両方向の度数をそれぞれ単独で目標度数に適正に設定することができる。

【0122】なお、本実施形態は、次のように変更して具体化することも可能である。

・物体側のレンズ表面を累進屈折面と、遠用及び近用の乱視矯正屈折面の合成屈折面とし、眼球側のレンズ裏面を球面としてもよい。

【0123】・物体側のレンズ表面を累進屈折面又は遠用及び近用の乱視矯正屈折面とし、眼球側のレンズ裏面を遠用及び近用の乱視矯正屈折面又は累進屈折面としてもよい。

30 【0124】・前記遠用及び近用の乱視矯正屈折面を、測定遠用乱視度数に基づいて設定された遠用乱視矯正屈折面と、測定近用乱視度数に基づいて設定された近用乱視矯正屈折面とを合成した合成屈折面としてもよい。

【0125】・前記遠用乱視矯正屈折面を、測定遠用乱視度数に基づいてレンズ裏面の遠用領域、累進領域及び近用領域のうち少なくとも遠用領域を対象として設定し、近用乱視矯正屈折面を、測定近用乱視度数に基づいて近用領域、累進領域及び遠用領域のうち少なくとも近用領域を対象として設定してもよい。

40 【0126】・前記近用乱視矯正屈折面を、最強主経面と最弱主経面とに分けてそれぞれ目標度数に設定された二つの屈折面を合成して形成するようにしてもよい。以下、この発明の実施例 1, 2, 3 を説明する。なお、実施例 1, 2, 3 では、レンズの表面を累進面とし、裏面を乱視面としている。

【0127】

【実施例 1】この実施例 1 においては、四人の眼鏡着用者 (A, B, C, D) の右 (R) 眼と左 (L) 眼における遠用乱視、近用乱視及び遠近 P D の臨床データを上げる。表 1 を用いて実施例 1 を説明する。

【0128】

【表1】

		遠 用			近 用			遠用	近用
		S	C	軸	S	C	軸	PD	PD
A	R	+1.50	-1.75	75	+3.75	-1.25	75	64	60
A	L	+1.25	+2.00	95	+3.75	-1.75	100		
B	R	-5.25	-1.50	95	-3.50	-1.75	90	64	60
B	L	-4.25	-1.75	80	-2.50	-2.00	80		
C	R	-0.00	-1.00	10	+3.00	-0.75	20	62	56
C	L	-1.00	-1.00	165	+1.75	-1.00	170		
D	R	+1.75	-1.25	85	+4.75	-1.25	90	59	54
D	L	+1.50	-0.75	90	+4.50	-0.50	90		

表1の眼鏡着用者AのR眼の例は、遠用度数は75度方向では+1.50dptとそれを直交する165度方向では-0.25dpt（S+Cの値）になっている。又、平均すれば遠視であるが、165度方向は弱い近視になっていることが分かる。近用度数は75度方向では+3.75dpt、165度方向では+2.50dptである。このように、遠用と近用の乱視をそれぞれ検査すると、C度数の値と軸に差があることがわかる。本願

発明の技術的思想を利用すれば、この差に対応することができる。

【0129】なお、左右眼の近用S度数あるいは平均度数の差に対応することもできる。以下に、その考え方を示す。左右眼の近用度数は、着用者によって一致することもあれば異なることもある。しかし、従来の累進レンズの処方では、多くの場合左右眼の加入度を等しく設定している。実際に必要な加入度が左右で若干異なることが珍しくないが、遠用から近用にかけて左右の像倍率変化が異なると物が見にくいので、殆どの場合左右で加入

度を同じに設定している。

【0130】表1の着用者AのR眼では、遠用平均度数+0.625、近用平均度数+3.125であるから、加入は2.500dptである。

【0131】同じ着用者AのL眼では、遠用平均度数+0.250、近用平均度数+2.875であるから、加

入は2.625dptである。左右で加入度に差があるので、本願発明の技術的思想を応用すると、この差に対応もできる。しかし、対応の方法は種々考えられるので、ここでは、いくつかの例を示す。

（1）平均度数の差はわずかであるため、無視する。

（2）十分な加入を得るために、加入度が大きいほうに合わせる。R眼の近用はS+3.75ではなく、S+3.875にする。

（3）加入度が大きいと、揺れ・歪みの点で不利なので、加入度が小さいほうに合わせる。L眼の近用はS+3.75ではなく、S+3.625にする。

（4）効き眼に合わせる。

【0132】例えば、右眼が効き眼ならば、（3）と同じになる。これらの調整は、累進面を表現する関数にかける第1補正係数を変化することで実現できる。加入度を0.25dptステップで累進面をセミ加工していたレンズの前記累進面を、受注してからさらに加工するので、このような細かい調整が可能となる。

【0133】

【実施例2】この実施例2では、加入度を設定する具体例を示す。これを表2を用いて説明する。

【0134】

【表2】

	①初期設計 状態	②裏面を単純 に2.00浅く	③遠用度数を 調整	④加入を調整
表面カーブ	3.97カーブ	3.97カーブ	3.97カーブ	3.97カーブ
裏面カーブ	4.00カーブ	2.00カーブ	2.02カーブ	2.02カーブ
遠用度数	+0.00dpt	+2.02dpt	+2.00dpt	+2.00dpt
近用水平度数	+2.00dpt	+4.05dpt	+4.03dpt	+4.00dpt
近用垂直度数	+2.00dpt	+4.08dpt	+4.06dpt	+4.03dpt

初期設計においては、遠用度数-0.00dpt、近用度数+2.00dptになるように設計したレンズの光学シミュレーションを行う。このとき、レンズの裏面が4.00のカーブの球面であるとする。素材屈折率が1.500のとき、4.00カーブは、曲率半径（1.500-1.000）/4.00=0.125m=125mmの球面を意味する。

【0135】なお、度数は以下の公式で計算する。

度数（dpt）=表カーブ/〔1-表カーブ・中心厚（mm）・0.001/屈折率〕-裏カーブ]

表面が3.97カーブ、裏面が4.00カーブ、中心厚が3mm、レンズ素材の屈折率が1.500とすると、度数は-0.00dptになる。中心厚の効果計算に入れない簡便式では、表面及び裏面とも4.00カーブ

でレンズの度数が -0.00dpt となる。

【0136】次に、レンズの裏面を単純に 2.00 カーブ浅くする。遠用度数 $+2.00\text{dpt}$ 、近用度数 $+4.00\text{dpt}$ にするべく設計したレンズの光学シミュレーションを行う。ここでレンズ表面は累進面であり、裏面は 2.00 カーブの球面である。すると、遠用度数は $+2.00\text{dpt}$ にならない。この理由は、図14に示すように、裏カーブを浅くする関係で中心厚がおおよそ 2mm 厚くなるためである。レンズの度数は厚さによって変化するの、その結果わずかに度数が+側にシフトする。計算例では $+2.02\text{dpt}$ となった。

【0137】レンズの表面が 3.97 カーブ、裏面が 2.00 カーブ、中心厚が 5mm 、レンズ素材の屈折率が 1.500 とすると、度数は $+2.02\text{dpt}$ になる。このときの近用度数は、光学シミュレーションによって計算できる。この計算のためには、近用度数測定点における表面のカーブ（微視的領域の断面を円に近似して、その曲率半径を計算）を求め、その位置でのレンズの厚さを求める。かくして、表カーブ・裏カーブ・厚さより局所的なレンズの度数を計算する。近用水平度数は $+4.05\text{dpt}$ で、近用垂直度数は $+4.08\text{dpt}$ になった。近用領域で $+0.03\text{dpt}$ の乱視が発生した理由は、図15に示すようにレンズ表面と裏面のなす角が変わったためである。

【0138】次に、遠用度数を調整する方法について説明する。遠用度数を目標通りに $+2.00\text{dpt}$ にするために、裏面のカーブを深くして 2.02 カーブにす

る。それに伴って近用の度数は、水平 $+4.03\text{dpt}$ 、垂直 $+4.06\text{dpt}$ にそれぞれ変化する。このときのレンズ中心厚の変化はわずかであるため、度数に影響はしない。

【0139】次に、加入度を調整する方法について説明する。オリジナル累進屈折面を表す関数に乗ずる第1補正係数 k_1 を調整することによって、水平又は垂直の度数のいずれかをねらい通りに $+4.00\text{dpt}$ に設定することができる。ここでは水平度数 $+4.03\text{dpt}$ をねらい通りの $+4.00\text{dpt}$ に調整する。初期設計状態では第1補正係数 $k_1=1.00$ であると考えれば、 $+2.03\text{dpt} \rightarrow +2.00\text{dpt}$ に調整するには第1補正係数 k_1 を $0.985 (=2.00/2.03)$ にすれば良い。その結果、表2に示すように、近用垂直度数は $+4.03\text{dpt}$ になった。

【0140】さらに、近用垂直度数を目標の $+4.00\text{dpt}$ に調整するには、垂直特殊乱視面を用いて近用領域の余分な垂直度をキャンセルすれば良い。なお、このキャンセルの具体例は

【実施例3】における「垂直特殊乱視面の設定」の項から「計算結果」の項に記載している。

【0141】

【実施例3】この実施例3は、遠用・近用共に乱視がある場合に近用度数を設定するものである。これを表3を用いて説明する。

【0142】

【表3】

	①初期設計 状態	②裏面を単純 に設定	③遠用度数を 調整	④加入を調整
表面カーブ	3.97カーブ	3.97カーブ	3.97カーブ	3.97カーブ
裏面水平カーブ	4.00カーブ	3.00カーブ	3.02カーブ	3.02カーブ
裏面垂直カーブ	4.00カーブ	2.00カーブ	2.02カーブ	2.02カーブ
遠用水平度数	$+0.00\text{dpt}$	$+1.02\text{dpt}$	$+1.00\text{dpt}$	$+1.00\text{dpt}$
遠用垂直度数	$+0.00\text{dpt}$	$+2.02\text{dpt}$	$+2.00\text{dpt}$	$+2.00\text{dpt}$
近用水平度数	$+2.00\text{dpt}$	$+3.04\text{dpt}$	$+3.02\text{dpt}$	$+3.00\text{dpt}$
近用垂直度数	$+2.00\text{dpt}$	$+4.08\text{dpt}$	$+4.06\text{dpt}$	$+4.04\text{dpt}$

(1) 改善の考え方と実施例3

遠用度数 S+1.00 C+1.00 軸180度（水平+1.00 垂直+2.00）

近用度数 S+3.00 C+1.50 軸180度（水平+3.00 垂直+4.50）

・初期設計状態

遠用度数 -0.00dpt 、近用度数 $+2.00\text{dpt}$ になるように設計したレンズの光学シミュレーション
このときの裏カーブを 4.00 カーブとする。

【0143】表カーブは 3.97 カーブである。

・裏面をトーリック面にする。水平方向を単純に $+1.00\text{dpt}$ 浅くして、 3.00 カーブにする。

【0144】垂直方向を単純に $+2.00\text{dpt}$ 浅くして、 2.00 カーブにする。このとき、レンズの中心厚が 3mm から 5mm に増す。

度数（ dpt ）＝表カーブ／（ $1/\text{表カーブ} \cdot \text{中心厚（mm）} \cdot 0.001/\text{屈折率}$ ）－裏カーブ

上記の公式から遠用度数は、水平方向 $+1.02\text{dpt}$ になる。

【0145】垂直方向 $+2.02\text{dpt}$ になる。光学シミュレーションから近用度数は、水平方向 $+3.04\text{dpt}$ になる。

【0146】垂直方向 $+4.08\text{dpt}$ になる。

・遠用度数を調整

50 遠用水平度数を目標通りに $+1.00\text{dpt}$ にするため

に、裏面のカーブを深くして3.02カーブにする。

【0147】遠用垂直度数を目標通りに+2.00dptにするために、裏面のカーブを深くして2.02カーブにする。これにともなって近用度数は、水平方向 +3.02dpt になる。

【0148】垂直方向 +4.06dpt になる。

・加入を調整

累進面を表す関数に乗ずる第1補正係数k1を調整する。

【0149】近用水平度数を+3.00dptに調整すると、近用垂直度は+4.04dptになる。

・垂直特殊乱視面の設定

さらに、近用垂直度を+4.50dptに調整するために、垂直特殊乱視面を用いて近用領域の余分な垂直度をキャンセルする。以下、垂直特殊乱視面の具体的な計算例を提示する。

・遠用、累進、近用の式

遠用領域 $f_v f(y)' = 0$

累進領域 $f_v m(y)' = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + c \cdot y + d$

近用領域 $f_v n(y)' = e \cdot y^2 + f \cdot y + g$

・条件

$f_v f'' = 0$

$f_v m''(2)' = 0$

$f_v m'(2)' = 0$

$f_v m(2)' = 0$

$f_v m''(-12)' = f_v n''(-12)'$

$f_v m'(-12)' = f_v n'(-12)'$

$f_v m(-12)' = f_v n(-12)'$

$e = 0.5 \cdot \text{度数変化量} \times 0.001 / (\text{素材屈折率} - 1)$

・代入した式

$f_v m(2)' = 0 \rightarrow 8a + 4b + 2c + d = 0$

$f_v m'(2)' = 0 \rightarrow 12a + 4b + c = 0$

$f_v m''(2)' = 0 \rightarrow 12a + 2b = 0$

$f_v m(-12)' = f_v n(-12)' \rightarrow -1728a + 144b - 12c + d = 144e - 12f + g$

$f_v m'(-12)' = f_v n'(-12)' \rightarrow 432a - 24b + c = -24e + f$

$f_v m''(-12)' = f_v n''(-12)' \rightarrow -72a + 2b = 2e$

・計算結果

$e = 0.5 \times 0.46 \times 0.001 \times (1.5 - 1.0) = 0.0001150000$

$a = -0.0000027381$

$b = 0.0000164286$

$c = -0.0000328571$

$d = 0.0000219048$

$f = 0.0011500000$

$g = 0.0047533333$

なお、レンズの光学シミュレーションを行った結果に基づいて、フィードバックを行う動作を繰り返して第2補正係数k2の最終的な値を設定する。

【0150】

【発明の効果】本発明は、以上のように構成されているため、次のような効果を奏する。請求項1～15に記載の眼鏡用累進焦点レンズの発明によれば、近用視における乱視の矯正を適正に行い、疲労を低減することができる。

【0151】請求項2に記載の発明は、合成屈折面の加工がレンズ裏面のみで済み、加工を容易に行うことができる。請求項3に記載の発明は、合成屈折面の加工がレンズ表面のみで済み、加工を容易に行うことができる。

【0152】請求項4に記載の発明は、表面又は裏面に累進屈折面を予め加工したレンズを用意しておくことにより、遠用及び近用の乱視矯正面を後加工により容易に形成することができる。

【0153】請求項5に記載の発明は、遠用と近用の乱視矯正屈折面が合成されているので、レンズの加工を容易に行うことができる。請求項7に記載の発明は、近用乱視矯正屈折面の設定を容易に行うことができる。

【0154】請求項8に記載の発明は、累進屈折面の形状を表す関数を利用して近用乱視の目標水平度数の設定を適正に行うことができる。請求項9に記載の発明は、垂直度数矯正屈折面の関数により垂直度数の設定を容易に行うことができる。

【0155】請求項10に記載の発明は、遠用及び近用の乱視矯正を適正に行うことができる。請求項11に記載の発明は、遠用及び近用の乱視矯正屈折面の形状の設定をトーリック面の座標式を用いて適正に行うことができる。

【0156】請求項12に記載の発明は、遠用及び近用の乱視矯正屈折面の形状の設定を座標を表す関数を用いて適正に行うことができる。請求項13に記載の発明は、近用乱視の垂直度数矯正屈折面の形状の設定を関数を用いて適正に行うことができる。

【0157】請求項14に記載の発明は、第2漸近行程を行うことにより、最終的に目標垂直度数となる近用乱視の垂直度数矯正屈折面の形状を適正に設定することができる。

【0158】請求項15に記載の発明は、斜め特殊乱視面により近用乱視矯正屈折面の近用度数の設定を適正に行うことができる。請求項16に記載の発明は、垂直特殊乱視面により近用乱視矯正屈折面の近用度数の設定を適正に行うことができる。

【0159】請求項17～21に記載の眼鏡用累進焦点レンズの製造方法の発明によれば、近用視における乱視の矯正を適正に行い、疲労を低減する眼鏡用累進焦点レンズを容易に製造することができる。

【0160】請求項18に記載の発明は、オリジナル累

進屈折面の形状を表す座標の設定を適正に行うことができる。請求項 19 に記載の発明は、オリジナル遠用乱視矯正屈折面及びオリジナル近用乱視矯正屈折面の設定を適正に行うことができる。

【0161】請求項 20 に記載の発明は、近用乱視矯正屈折面を適正に設定することができる。請求項 21 に記載の発明は、垂直度数矯正屈折面を適正に設定することができる。

【0162】請求項 22 に記載の眼鏡用累進焦点レンズを備えた眼鏡の発明によれば、近用視における乱視の矯正を適正に行い、疲労を低減することができる。請求項 23 に記載の発明は、遠用 PD と近用 PD を適正に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の眼鏡用累進焦点レンズの最終合成屈折面を分解して模式的に示す斜視図。

【図 2】左右一對の累進焦点レンズの正面図。

【図 3】累進焦点レンズの縦断面図。

【図 4】最終合成屈折面を求めるフローチャート。

【図 5】近用度数、遠用度数及び度数加算要素の関係を示す説明図。

【図 6】第 1 及び第 2 円筒面の合成方法を示す説明図。

【図 7】度数加算要素、垂直特殊乱視面、斜め特殊乱視面及び球面度数の関係を表す説明図。

【図 8】度数加算要素、斜め特殊乱視面及び球面度数の関係を表す説明図。

【図 9】度数加算要素、斜め特殊乱視面及び球面度数

の関係を表す説明図。

【図 10】度数加算要素、斜め特殊乱視面及び球面度数の関係を表す説明図。

【図 11】近用 PD を示す略体平断面図。

【図 12】近用 PD を変更する方法を示すレンズの正面図。

【図 13】近用 PD を変更する方法を示すレンズの正面図。

【図 14】実施例 2 における累進焦点レンズの断面図。

【図 15】実施例 2 における累進焦点レンズの断面図。

【図 16】従来の累進焦点レンズの正面図。

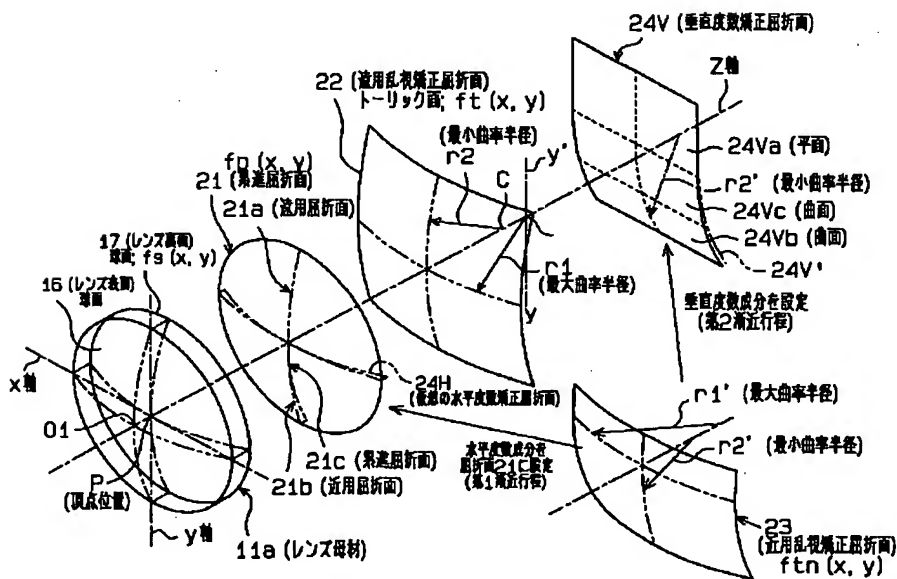
【図 17】従来の累進焦点レンズの断面図。

【図 18】乱視の発生する要因を示す説明図。

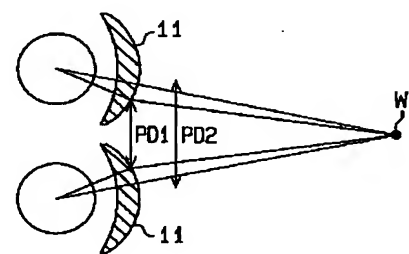
【符号の説明】

11…眼鏡用累進焦点レンズ、11a…レンズ母材、12…主注視線、13…遠用領域、14…近用領域、15…累進領域、16…物体側のレンズ表面、17…眼球側のレンズ裏面、21…オリジナル累進屈折面、21a…遠用屈折面、21b…近用屈折面、21c…累進屈折面、22…遠用乱視矯正屈折面、23…近用乱視矯正屈折面、24H…仮定の水平度数矯正屈折面、24V'…仮の垂直度数矯正屈折面、24V…目標とする垂直度数矯正屈折面、24Va'…平面、24Vb'、24Vc'…曲面、S1、S1'…第 1 合成屈折面、S2、S2'…第 2 合成屈折面、Se、Se'、Se''…最終合成屈折面。

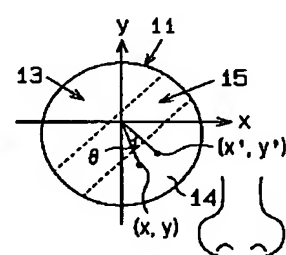
【図 1】



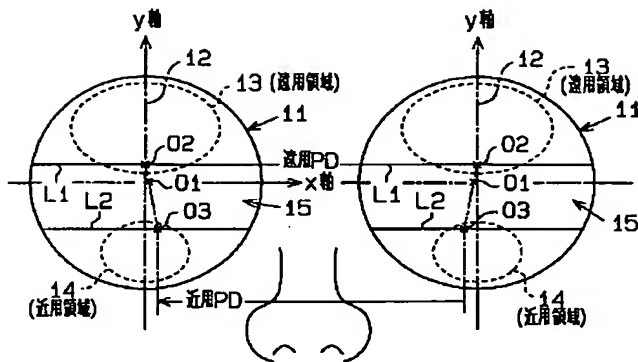
【図 11】



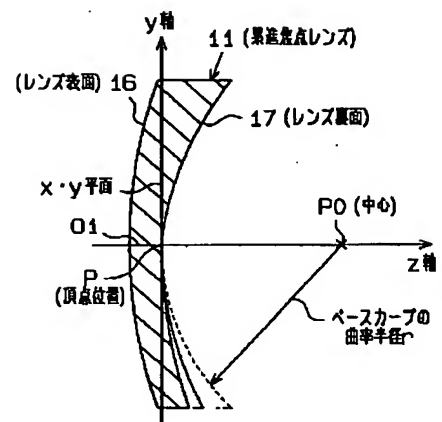
【図 12】



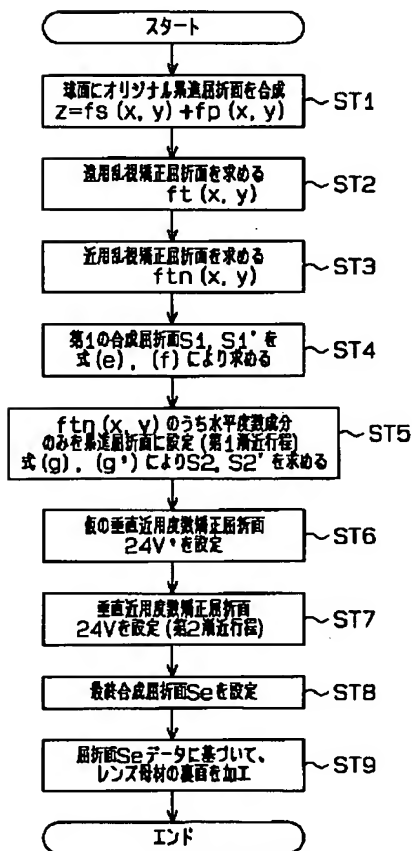
【図2】



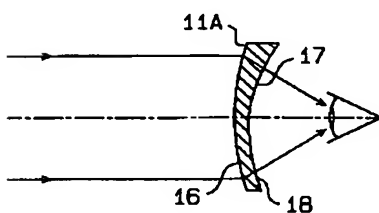
【図3】



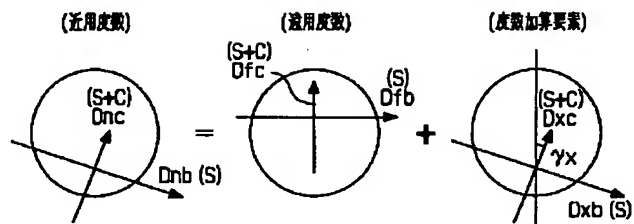
【図4】



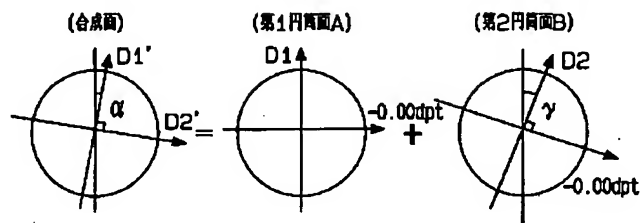
【図17】



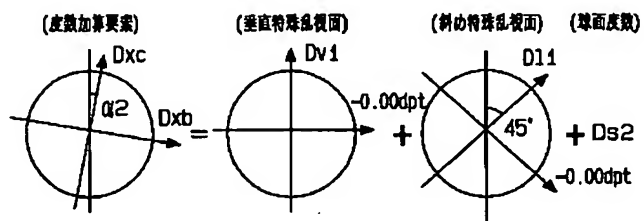
【図5】



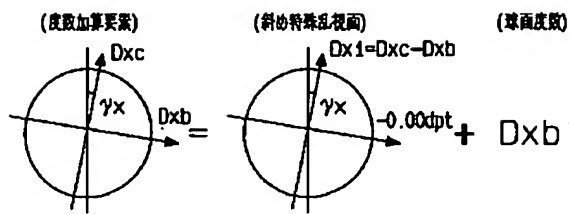
【図6】



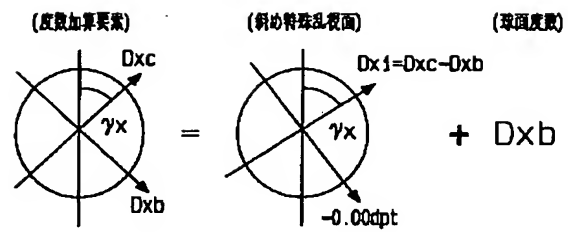
【図7】



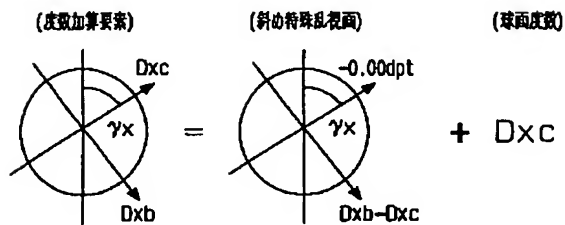
【図8】



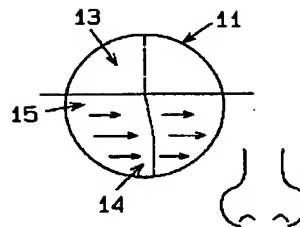
【図9】



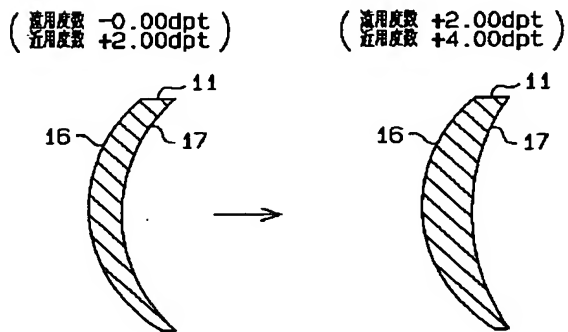
【図10】



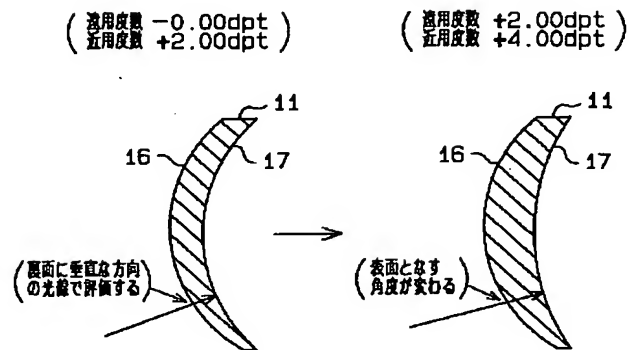
【図13】



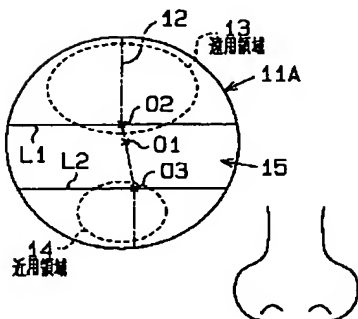
【図14】



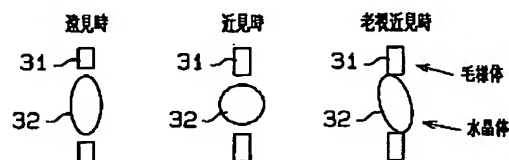
【図15】



【図16】



【図18】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-021846

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G02C 7/06
G02C 13/00

(21)Application number : 11-194813

(71)Applicant : SUZUKI SOTA
TOKAI KOGAKU KK

(22)Date of filing : 08.07.1999

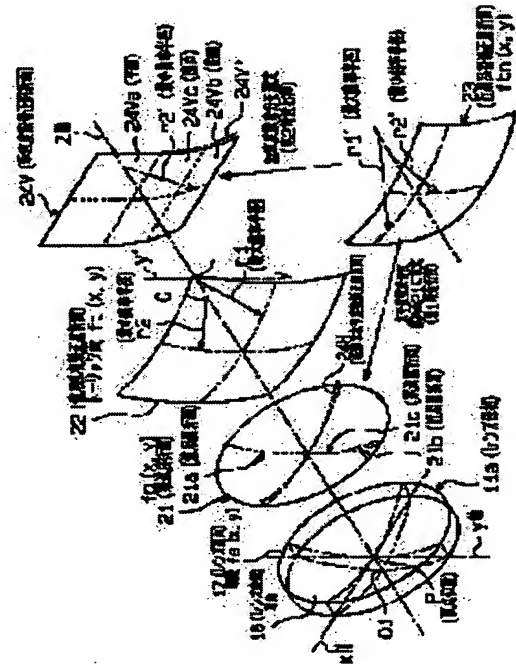
(72)Inventor : SUZUKI SOTA
MIURA HITOSHI

(54) PROGRESSIVE FOCUS LENS FOR SPECTACLES AND ITS PRODUCTION AS WELL AS SPECTACLES USING THIS PROGRESSIVE FOCUS LENS FOR SPECTACLES

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a progressive focus lens for spectacles capable of lessening fatigue by adequately executing the correction of the sight astigmatism at a near vision.

SOLUTION: A progressive refracting surface 21 set with a far sight region and near sight region varying in refracting power and a progressive region where the refracting power changes progressively between both regions, a far-sighted astigmatism correction refracting surface 22 which is set with the far-sighted astigmatism frequency of a wearing person and a nearsighted astigmatism correction refracting surface 23 which is set in accordance with the nearsighted astigmatism frequency of the wearing person are synthesized. A rear surface 17 of the lens is polished by a lens finishing device in accordance with the coordinate data indicating the synthesized final synthetic refracting surface.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The progressive focal lens for glasses which set up the astigmatism frequency of the field for **, and the astigmatism frequency of the field for Kon according to the individual based on a glasses wearer's astigmatism frequency for *****, and the astigmatism frequency for ***** in the progressive focal lens for glasses equipped with the field for ** and the field for Kon from which refractive power is different, and the progressive field where refractive power changes graduated among both fields.

[Claim 2] The progressive focal lens for glasses whose lens rear face by the side of an eyeball the lens front face by the side of a body is the spherical surface in claim 1, and is a synthetic refracting interface of a progressive refracting interface, and the object for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon.

[Claim 3] The progressive focal lens for glasses whose lens rear face by the side of an eyeball the lens front face by the side of a body is a synthetic refracting interface of a progressive refracting interface, and the object for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon in claim 1, and is the spherical surface.

[Claim 4] The progressive focal lens for glasses whose lens rear face by the side of an eyeball the lens front faces by the side of a body are a progressive refracting interface or an object for **, and an astigmatism correction refracting interface for Kon in claim 1, and is the object for ** and an astigmatism correction refracting interface for Kon, or a progressive refracting interface.

[Claim 5] It is the progressive focal lens for glasses to which said astigmatism correction refracting interface for ** is set based on the astigmatism frequency for *****, said astigmatism correction refracting interface for Kon is set in any 1 term of claims 2-4 based on the astigmatism frequency for *****, and far and near both the astigmatism correction refracting interface is smoothly connected by the curved surface.

[Claim 6] It is the progressive focal lens for glasses with which said astigmatism correction refracting interface for ** is set up for the field for ** at least based on the astigmatism frequency for ***** among the field for ** on the rear face of a lens, a progressive field, and the field for Kon, and the astigmatism correction refracting interface for Kon is set up for the field for Kon at least among the field for Kon, a progressive field, and the field for ** in claim 5 based on the astigmatism frequency for *****.

[Claim 7] It is the progressive focal lens for glasses which compounds two refracting interfaces which divided said astigmatism correction refracting interface for Kon into the strongest ***** and the maximum ***** in claim 6, and were set as target frequency, respectively.

[Claim 8] In claim 7 the refracting interface of either said strongest ***** or the maximum ***** If the function showing the configuration of said progressive refracting interface (21) is set to $f_p(x, y)$ The progressive focal lens for glasses which is the level frequency correction refracting interface (24H) of the imagination set up so that it might become target level frequency (Dh) to this progressive refracting interface (21) by multiplying this function $f_p(x, y)$ by the 1st correction factor (k1).

[Claim 9] It is the progressive focal lens for glasses set up so that the refracting interface of another side of said strongest ***** or the maximum ***** may be a perpendicular frequency correction refracting interface (24V) set up by the function in claim 8 so that it may become target perpendicular frequency (Dv), and this refracting interface (24V) may cancel the change frequency (deltad) of the perpendicularly it changed on the occasion of a setup of the level frequency correction refracting interface (24H) of said imagination.

[Claim 10] It is the progressive focal lens for glasses which said synthetic astigmatism correction refracting interface sets up the astigmatism inclination of axis of the astigmatism correction refracting interface for **, and the astigmatism inclination of axis of the astigmatism correction refracting interface for Kon in claim 5 or 6, respectively, and is compounded.

[Claim 11] In claim 5 or 6 the configuration of said astigmatism correction refracting interface for ** When it is expressed with the coordinate $ftf(x, y)$ of a toric side and r_1 or r_2 , and the minimum radius of curvature are set to r_2 or r_1 for the maximum radius of curvature of a toric side, said coordinate $ftf(x, y)$ is $ftf(x, y) = r_1 - \sqrt{\{[r_1 - r_2 + \sqrt{(r_2^2 - y^2)}] 2 - x^2\}}$.

It is set up by the upper type. The configuration of the astigmatism correction refracting interface for Kon When it is expressed with the coordinate $ftn(x, y)$ of a toric side and the maximum radius of curvature of a toric side is made into r_2' or r_1' , r_1' or r_2' , and the minimum radius of curvature said coordinate $ftn(x, y)$ $ftn(x, y) = r_1' - \sqrt{\{[r_1' - r_2' + \sqrt{(r_2'^2 - y^2)}] 2 - x^2\}}$

It is the progressive focal lens for glasses to which it is set by the upper type and said astigmatism correction refracting interface for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon are smoothly connected by the curved surface.

[Claim 12] In claim 5 or 6 the configuration of said astigmatism correction refracting interface for ** Are expressed with the coordinate $ftf(x, y)$ of a toric side, and if the curvature of r_2 or r_1 , and a toric side is set to $Cx = 1/r_1$, $Cy = 1/r_2$ for r_1 or r_2 , and the minimum radius of curvature, the maximum radius of curvature of a toric side $ftf(x, y) = (Cx \text{ and } x^2 + Cy - y^2) / [1 + \sqrt{(1 - Cx^2 \text{ and } x^2 + Cy^2, \text{ and } y^2)}]$

It is set up by the upper type. The configuration of the astigmatism correction refracting interface for Kon Are expressed with the coordinate $ftn(x, y)$ of a toric side, and if the curvature of r_2' or r_1' , and a toric side is made into $Cx = 1/r_1'$, and $Cy = 1/r_2'$ for r_1' or r_2' , and the minimum radius of curvature, the maximum radius of curvature of a toric side $ftn(x, y) = (Cx \text{ and } x^2 + Cy - y^2) / [1 + \sqrt{(1 - Cx^2 \text{ and } x^2 + Cy^2, \text{ and } y^2)}]$

It is the progressive focal lens for glasses to which it is set by the upper type and said astigmatism correction refracting interface for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon are smoothly connected by the curved surface.

[Claim 13] If make the intersection on the direction of an optical axis passing through the geometric core on the rear face of a lens of the z-axis, i.e., the direction, and the rear face of a lens into a top-most-vertices location in claim 9, the horizontal direction passing through this top-most-vertices location is made into the direction of a x axis and it is perpendicularly made into the direction of the y-axis The configuration of said perpendicular frequency correction refracting interface (24V) The flat surface as which the coordinate value of the direction of the z-axis is expressed in linear-function $f_vf(y) = h - y + i$ by x in the field for ** (24Va), The curved surface which the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis is set as target frequency corresponding to a **** field, and is expressed with quadratic function $f_vn(y) = e - y^2 + f - y + g$ by x (24Vb), Corresponding to a progressive field, the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis connects smoothly said flat surface (24Va) and curved surface (24Vb). And the progressive focal lens for glasses set up by the curved surface (24Vc) expressed with cubic function $f_vm(y) = a - y^3 + b - y^2 + c - y + d$ by x.

[Claim 14] In claim 13 the configuration of said perpendicular frequency correction refracting interface (24V) the function $f_vf(y)$ with which a temporary perpendicular frequency correction refracting interface (24V') is expressed based on the change frequency (deltad) of the perpendicularly it changed on the occasion of a setup of the level frequency correction refracting interface (24H) of said imagination, and the target perpendicular frequency in the astigmatism for Kon -- ' -- The progressive focal lens for glasses set up so that it may finally become target perpendicular frequency by setting up

$f_{vn}(y)$ ' and $f_{vm}(y)$ ', and performing the 2nd asymptotic stroke which multiplies these functions by the 2nd correction factor k_2 .

[Claim 15] In claim 6, the number of the Kon supplies of said astigmatism correction refracting interface for Kon is set up as what added the frequency addition element to the frequency for **. This frequency addition element As opposed to whenever [subscription / which multiplied the function showing a progressive refracting interface by the 1st correction factor k_1 , and was set as it] It is the progressive focal lens for glasses with which the frequency of a slanting longitudinal direction covers the whole region, this slanting special astigmatism side is set as zero by adding the frequency of a slanting special astigmatism side and being set up, and the frequency of the slanting lengthwise direction which intersects perpendicularly with said slanting longitudinal direction is set as target frequency.

[Claim 16] It is the progressive focal lens for glasses with which the frequency of the level direction of a x axis covers the whole region, this perpendicular special astigmatism side is set as zero by said frequency addition element's adding the frequency of a perpendicular special astigmatism side further in claim 15, and being set up, and the frequency of the perpendicular direction of the y-axis is set as target perpendicular frequency.

[Claim 17] It is the manufacture approach of the progressive focal lens for glasses equipped with the field for ** and the field for Kon from which refractive power is different, and the progressive field where refractive power changes graduated among both fields. As opposed to the spherical surface beforehand set as the lens rear face by the side of an eyeball, or the lens front face by the side of a body About the 1st line that compounds the original successive promotion refracting interface set up only for the purpose of demonstrating a predetermined eyesight amendment property without the astigmatism frequency in the field for **, and the field for Kon, About the 2nd line that asks for the astigmatism correction refracting interface for original ** only for the purpose of the field for ** demonstrating a predetermined astigmatism correction property while on said lens rear face or the front face of a lens, The 3rd stroke which asks for the astigmatism correction refracting interface for original Kon only for the purpose of the field for Kon demonstrating a predetermined astigmatism correction property while on said lens rear face or the front face of a lens, The lens rear face or lens front face of the progressive focal lens for glasses Said spherical surface, an original successive promotion refracting interface, It has the 4th stroke compounded from the astigmatism correction refracting interface for original **, and the astigmatism correction refracting interface for original Kon. The manufacture approach of the progressive focal lens for glasses characterized by processing the front face or rear face of a lens with lens processing equipment based on the coordinate data of said synthetic refracting interface finally compounded.

[Claim 18] The formula $f_s(x, y)$ which said about 1st line sets a lens front face as the spherical surface of predetermined curvature, and expresses the spherical surface by the side of a lens rear face in claim 17, z parallel to the optical axis from the top-most-vertices location of this spherical surface to an original successive promotion refracting interface It is carried out by the following formula showing the amount Z of sags which compounded the function $f_p(x, y)$ showing the distance of shaft orientations, and is $Z = f_s(x, y) + f_p(x, y)$.

When the radius of curvature of the base curve of the spherical surface on the rear face of a lens is set to r, the formula $f_s(x, y)$ showing said spherical surface is $f_s(x, y) = r - \sqrt{r^2 - x^2 - y^2}$.

The manufacture approach of the progressive focal lens for glasses which is come out of and called for and which is a thing.

[Claim 19] In claim 18 said astigmatism correction refracting interface for original ** When it is expressed with the coordinate $f_{tf}(x, y)$ of a toric side and r_1 or r_2 , and the minimum radius of curvature are set to r_2 or r_1 for the maximum radius of curvature of a toric side, said coordinate $f_{tf}(x, y)$ is $f_{tf}(x, y) = r_1 - \sqrt{\{[r_1 - r_2 + \sqrt{r_2^2 - y^2}]\}^2 - x^2}$.

It is alike and asks more. Said astigmatism correction refracting interface for original Kon When it is expressed with the coordinate $f_{tn}(x, y)$ of a toric side and the maximum radius of curvature of a toric side is made into r_2' or r_1' , r_1' or r_2' , and the minimum radius of curvature said coordinate $f_{tn}(x, y)$ The manufacture approach of the progressive focal lens for glasses called for by $f_{tn}(x, y) = r_1' - \sqrt{\{[r_1' - r_2' + \sqrt{r_2'^2 - y^2}]\}^2 - x^2}$.

$r2' + \sqrt{r2'^2 - y^2} \}^2 - x^2 \}$.

[Claim 20] The function $ftf(x, y)$ which expresses said astigmatism correction refracting interface for original ** with said function $fp(x, y)$ which sets up the configuration of said original successive promotion refracting interface in claim 19 is added, and it is $S1 = fp(x, y) + ftf(x, y)$.

the degree type which multiplied the function $fp(x, y)$ of the above-mentioned formula by the 1st correction factor $k1$ -- $S2 = k1$ and $fp(x, y) + ftf(x, y)$

The level frequency correction refracting interface (24H) of imagination is set up according to the 1st asymptotic stroke which approaches target level frequency (Dh) in the frequency of only the direction of a horizontal (x axis) in the field for Kon by it being alike, setting and changing the 1st correction factor $k1$ to two or more steps. On the other hand, the frequency of only the direction of a perpendicular (y-axis) in the field for Kon In said 1st asymptotic stroke, it is based on the frequency (Δd) which changed perpendicularly according to the 1st correction factor $k1$, and the perpendicular frequency of the astigmatism correction refracting interface for Kon (23). It is temporarily set up by three cutting functions showing a temporary perpendicular frequency correction refracting interface (24V'). $f_vf(y) = h - y + i = \text{constant} = 0 \dots (h')$

$f_{vm}(y) = a - y^3 + b - y^2 + c - y + d \dots (i')$

$f_{vn}(y) = e - y^2 + f - y + g \dots (j')$

However, corresponding to the field for **, express a flat surface, and, as for (h') , (j') expresses a curved surface corresponding to the field for Kon. (i') is the degree type which expressed the curved surface which connects said flat surface and curved surface smoothly corresponding to a progressive field, and multiplied the above-mentioned formula (i') and (j') by the 2nd correction factor $k2$. $f_{vm}(y) = k2(a - y^3 + b - y^2 + c - y + d) \dots (i)$

$f_{vn}(y) = k2(e - y^2 + f - y + g) \dots (j)$

A target perpendicular frequency correction refracting interface (24V) is set up according to the 2nd asymptotic stroke which approaches target perpendicular frequency (Dv) in the frequency of only the direction of a perpendicular (y-axis) in the field for Kon by it being alike, setting and changing the 2nd correction factor $k2$ to two or more steps. The manufacture approach of the progressive focal lens for glasses of compounding the above-mentioned perpendicular frequency correction refracting interface (24V) and the level frequency correction refracting interface (24H) of the imagination called for according to said 1st asymptotic stroke, and setting up the astigmatism correction refracting interface for Kon (23).

[Claim 21] Said perpendicular frequency correction refracting interface expressed with a quadratic function in claim 20 is the manufacture approach of the progressive focal lens for glasses that vertical frequency is connected by the curved surface expressed with the cubic function which connects smoothly the flat surface expressed with the linear function of zero, and the curved surface expressed with said flat surface and above-mentioned quadratic function corresponding to a progressive field, corresponding to the field for **.

[Claim 22] The glasses characterized by having cut the progressive focal lens for glasses according to claim 1 to 16 into the predetermined configuration, and equipping the frame for glasses with it.

[Claim 23] The glasses which set up the distance of two cores of the field for Kon set up on the main gaze line of a lens on either side according to the individual in claim 22 regardless of the distance of two cores of the field for ** similarly set up on the main gaze line of a lens on either side.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the glasses which used the progressive focal lens for glasses for the progressive focal lens for glasses, and its manufacture approach list.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the muscular power which adjusts the lens of an eyeball tends to decline, the image formation capacity of a short distance declines, and an old age person uses nearsightedness spectacles (spectacles for the aged) in order to compensate this. However, the glasses only for myopia are removed when there is no need, or they are again hung on the glasses for long sights. In order to cancel the troublesomeness of this substitute, there is a progressive focal lens for glasses for using single glasses for a bifocal.

[0003] The field for ** was established in the top section of a lens, it established the field for Kon in the bottom section, and this progressive focal lens for glasses has prepared the progressive field in the middle of the field for **, and the field for Kon as a field for inside. Furthermore, if it explains in full detail, progressive focal lens 11A for glasses is on the main gaze line 12 which passes near the geometric core O1 of lens 11A, as shown in drawing 16, and makes the upper field the field 13 for ** near the spherical surface or the spherical surface from the 1st horizontal line L1 passing through the core O2 for ** of being located near said geometric core O1. Moreover, from the 2nd horizontal line L2 which passes along the downward core O3 for Kon rather than the geometric core O1 on said main gaze line 12, a downward field is made into the field 14 for Kon, and the middle of both lines L1 and L2 is made into the progressive field 15.

[0004] By the way, there are some which gave the cylinder refractive power for correcting the astigmatism to the above-mentioned progressive focal lens 11 for glasses A, and what is shown in a re-official announcement patent (international public presentation number WO 97/19382) as this example is proposed. As shown in drawing 17, this lens 11A makes the spherical surface the lens front face 16 by the side of a body, and the compound refracting interface 18 which compounded the toric side to the progressive refracting interface to the lens rear face 17 by the side of an eyeball is formed. That is, the lens rear face 17 is the compound refracting interface 18 by which the original successive promotion refracting interface to which this rear face was set only for the purpose of demonstrating a predetermined refraction property without astigmatism frequency, and the original toric side where said lens rear face 17 was set up only for the purpose of demonstrating a desired astigmatism correction property were compounded.

[0005] Since the original toric side is set up based on one measurement data of whenever [astigmatism / which was acquired by far view] when the above-mentioned conventional progressive focal lens for glasses is used as glasses, a problem is not produced at the time of far view. However, it turned out that there is a problem that astigmatic correction is not performed proper in the case of near vewing, such as reading.

[0006] By far view and near vewing, generally the magnitude of whenever [astigmatism] differs and

two factors can be considered as the reason. It is for a beam of light to carry out incidence to lens 11A from a slanting lower part in near viewing as the 1st factor.

[0007] It is possible that whenever [astigmatism / which differs from far view in actual near viewing as the 2nd factor according to the structure of an eyeball] arises. For example, since an old age person's lens has hardened, in near viewing, a lens becomes slanting. For this reason, it turned out that the astigmatism which originates in the structure of an eyeball in the case of near viewing occurs. That is, degradation of a ciliary body and a lens is mentioned to the cause of a presbyopia, and the cause of main is considered to be degradation of a lens. When a ciliary body is extended, became a strong convex lens and will be suitable for near viewing of the lens which has not deteriorated. Since the form of a lens 32 cannot change easily even if a ciliary body 31 is extended as shown in drawing 18 in the case of the presbyope, near becomes hard to see, a lens 32 becomes slanting at this time, and it is surmised that the astigmatism occurs.

[0008] Although it was thought effective in reducing fatigue of the eye in near viewing to correct the astigmatism of **** proper, conventionally, the progressive focal lens for glasses which performs astigmatism correction based on the astigmatism frequency of far view and near viewing, respectively was not proposed, but had the problem that fatigue of the eye in near viewing could not be reduced. Moreover, priority of the astigmatism correction for Kon produces the problem of whenever [of the astigmatism for **] stopping suiting shortly.

[0009] In addition, a certain thing found those from whom 0.25 or more DEOPTA of differences of whenever [astigmatism] changes by far view and near viewing more than the moiety as a result of investigation of whenever [astigmatism]. If light penetrates aslant in the field for Kon of a progressive focal lens as the 1st factor described, the same phenomenon as the astigmatism will occur. In order to correct this false astigmatism, what gave and gave the astigmatism to the progressive refracting interface purposely is proposed conventionally. What is shown in JP,2-39768,B, JP,8-220489,A, or the patent No. 2576054 official report as this lens is proposed. The place made into the summary of these progressive focal lenses is constituted so that only generating of the astigmatism by the slanting transmitted light may be canceled.

[0010] According to the publication of above-mentioned JP,8-220489,A, when the flux of light carries out incidence aslant to a lens side, even if the point on the lens side through which the flux of light passes is the so-called *****, astigmatism arises in transmitted light flux. The spherical surface is a curved surface whose everywhere is *****, when the flux of light carries out incidence perpendicularly, astigmatism is not produced, but when the flux of light carries out incidence aslant like [in the case of seeing the object besides the optical axis of a lens], astigmatism arises. The amount of the astigmatism produced when the flux of light passes one on a certain curved surface is decided from whenever [magnitude / of the maximum curvature G1 of a curved surface /, magnitude / of the minimum curvature G2 /, and incident angle / of the flux of light], and a direction. At this time, if the astigmatism produced, respectively with the lens front face by the side of a body and the lens rear face by the side of an eyeball is the combination canceled exactly, a residual aberration will not be generated.

[0011] While filling specific relation with the beam-of-light incident angle α on the front face of a lens, and the beam-of-light angle of emergence β on the rear face of a lens, the astigmatism produced on the lens front face and the astigmatism produced with the lens rear face negate each other. Therefore, even if the combination of curvature is the same, when the incident angle of the flux of light changes with the inclination on the front face of a lens etc., it remains, without canceling astigmatism. That is, even if it is the combination of the spherical surface of the optimal curvature, when the angle of incidence of the flux of light differs from a single focal lens, astigmatism will occur and dotage of an image will arise.

[0012] Incidence of the flux of light to which the field for Kon is located in the place distant from the optical axis in many cases, and generally penetrates the field for Kon as a gestalt of a progressive spectacle lens is aslant carried out to a progressive side. From this, in the conventional progressive side configuration, astigmatism occurs to the field for Kon and the clear vision zone is narrowed. In order to

solve this, in the latter Prior art, it is going to amend the astigmatism generated in order that the flux of light may carry out oblique incidence to a lens front face by giving curvature difference ΔG to a progressive side.

[0013] Therefore, in the latter conventional example mentioned above, at all, there is no cure of the 2nd factor, is not able to have an astigmatism correction function according to a wearer, and fatigue of the eye in near viewing was not able to be reduced.

[0014] This invention is made paying attention to the trouble which exists in such a Prior art, and that purpose corrects the astigmatism in near viewing proper, and is to offer the glasses which used the progressive focal lens for glasses for the progressive focal lens for glasses which can reduce fatigue, and its manufacture approach list.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, invention according to claim 1 has set up the astigmatism frequency of the field for **, and the astigmatism frequency of the field for Kon according to an individual based on a glasses wearer's astigmatism frequency for *****, and the astigmatism frequency for ***** in the progressive focal lens for glasses equipped with the field for ** and the field for Kon from which refractive power is different, and the progressive field from which refractive power changes graduated among both fields.

[0016] In claim 1, the lens front face by the side of a body is the spherical surface, and the lens rear face by the side of an eyeball of invention according to claim 2 is a synthetic refracting interface of a progressive refracting interface, and the object for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon.

[0017] Invention according to claim 3 is the synthetic refracting interface of the astigmatism correction refracting interface for a progressive refracting interface, and the objects for ** and Kon in the lens front face by the side of a body in claim 1, and the lens rear face by the side of an eyeball is the spherical surface.

[0018] Invention according to claim 4 is an astigmatism correction refracting interface for a progressive refracting interface or the object for **, and Kon in the lens front face by the side of a body in claim 1, and the lens rear face by the side of an eyeball is the object for ** and an astigmatism correction refracting interface for Kon, or a progressive refracting interface.

[0019] In any 1 term of claims 2-4, said astigmatism correction refracting interface for ** is set up for invention according to claim 5 based on the astigmatism frequency for *****, said astigmatism correction refracting interface for Kon is set up based on the astigmatism frequency for *****, and far and near both the astigmatism correction refracting interface is smoothly connected by the curved surface.

[0020] In claim 5, said astigmatism correction refracting interface for ** is set up for invention according to claim 6 for the field for ** at least based on the astigmatism frequency for ***** among the field for ** on the rear face of a lens, a progressive field, and the field for Kon, and the astigmatism correction refracting interface for Kon is set up for the field for Kon at least among the field for Kon, a progressive field, and the field for ** based on the astigmatism frequency for *****.

[0021] Invention according to claim 7 compounds two refracting interfaces which divided said astigmatism correction refracting interface for Kon into the strongest ***** and the maximum *****, and were set as target frequency, respectively in claim 6.

[0022] Invention according to claim 8 is set to claim 7. The refracting interface of either said strongest ***** or the maximum ***** When the function showing the configuration of said progressive refracting interface (21) is set to $f_p(x, y)$, it is the level frequency correction refracting interface (24H) of the imagination set up so that it might become target level frequency (D_h) to this progressive refracting interface (21) by multiplying this function $f_p(x, y)$ by the 1st correction factor (k_1).

[0023] Invention according to claim 9 is set to claim 8. The refracting interface of another side of said strongest ***** or the maximum ***** It is the perpendicular frequency correction refracting interface (24V) set up by the function so that it might become target perpendicular frequency (D_v). This refracting interface (24V) Invention according to claim 10 set up so that the change frequency (Δf)

of the perpendicularly it changed on the occasion of a setup of the level frequency correction refracting interface (24H) of said imagination may be canceled In claim 5 or 6, said synthetic astigmatism correction refracting interface sets up the astigmatism inclination of axis of the astigmatism correction refracting interface for **, and the astigmatism inclination of axis of the astigmatism correction refracting interface for Kon, respectively, and is compounded.

[0024] Invention according to claim 11 is set to claim 5 or 6. The configuration of said astigmatism correction refracting interface for ** When it is expressed with the coordinate $f_{tf}(x, y)$ of a toric side and r_1 or r_2 , and the minimum radius of curvature are set to r_2 or r_1 for the maximum radius of curvature of a toric side, said coordinate $f_{tf}(x, y)$ is $f_{tf}(x, y) = r_1 - \sqrt{[r_1 - r_2 + \sqrt{(r_2^2 - y^2)}] 2 - x^2}$.

It is set up by the upper type. The configuration of the astigmatism correction refracting interface for Kon When it is expressed with the coordinate $f_{tn}(x, y)$ of a toric side and the maximum radius of curvature of a toric side is made into r_2' or r_1' , r_1' or r_2' , and the minimum radius of curvature said coordinate $f_{tn}(x, y)$ $f_{tn}(x, y) = r_1' - \sqrt{[r_1' - r_2' + \sqrt{(r_2'^2 - y^2)}] 2 - x^2}$

It is set up by the upper type and said astigmatism correction refracting interface for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon are smoothly connected by the curved surface.

[0025] Invention according to claim 12 is set to claim 5 or 6. The configuration of said astigmatism correction refracting interface for ** Are expressed with the coordinate $f_{tf}(x, y)$ of a toric side, and if the curvature of r_2 or r_1 , and a toric side is set to $C_x = 1/r_1$, $C_y = 1/r_2$ for r_1 or r_2 , and the minimum radius of curvature, the maximum radius of curvature of a toric side $f_{tf}(x, y) = (C_x \text{ and } x^2 + C_y - y^2) / [1 + \sqrt{(1 - C_x^2 \text{ and } x^2 + C_y^2, \text{ and } y^2)}]$

It is set up by the upper type. The configuration of the astigmatism correction refracting interface for Kon Are expressed with the coordinate $f_{tn}(x, y)$ of a toric side, and if the curvature of r_2' or r_1' , and a toric side is made into $C_x = 1/r_1'$, and $C_y = 1/r_2'$ for r_1' or r_2' , and the minimum radius of curvature, the maximum radius of curvature of a toric side $f_{tn}(x, y) = (C_x \text{ and } x^2 + C_y - y^2) / [1 + \sqrt{(1 - C_x^2 \text{ and } x^2 + C_y^2, \text{ and } y^2)}]$

It is set up by the upper type and said astigmatism correction refracting interface for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon are smoothly connected by the curved surface.

[0026] If invention according to claim 13 makes the intersection on the direction of an optical axis passing through the geometric core on the rear face of a lens of the z-axis, i.e., the direction, and the rear face of a lens a top-most-vertices location in claim 9, the horizontal direction passing through this top-most-vertices location is made into the direction of a x axis and it is perpendicularly made into the direction of the y-axis The configuration of said perpendicular frequency correction refracting interface (24V) The flat surface as which the coordinate value of the direction of the z-axis is expressed in linear-function $f_{vf}(y) = h - y + i$ by x in the field for ** (24Va), The curved surface which the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis is set as target frequency corresponding to a **** field, and is expressed with quadratic function $f_{vn}(y) = e - y^2 + f - y + g$ by x (24Vb), It is set up by the curved surface (24Vc) which the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis connects smoothly said flat surface (24Va) and curved surface (24Vb) corresponding to a progressive field, and is expressed with cubic function $f_{vm}(y) = a - y^3 + b - y^2 + c - y + d$ by x.

[0027] Invention according to claim 14 is set to claim 13. The configuration of said perpendicular frequency correction refracting interface (24V) the function $f_{vf}(y)$ with which a temporary perpendicular frequency correction refracting interface (24V') is expressed based on the change frequency (Δf) of the perpendicularly it changed on the occasion of a setup of the level frequency correction refracting interface (24H) of said imagination, and the target perpendicular frequency in the astigmatism for Kon -- ' -- By setting up $f_{vn}(y)'$ and $f_{vm}(y)'$, and performing the 2nd asymptotic stroke which multiplies these functions by the 2nd correction factor k_2 , it is set up so that it may finally become target perpendicular frequency.

[0028] The number of the Kon supplies of said astigmatism correction refracting interface for Kon is set up as that to which invention according to claim 15 added the frequency addition element to the frequency for ** in claim 6. This frequency addition element As opposed to whenever [subscription / which multiplied the function showing a progressive refracting interface by the 1st correction factor k_1 ,

and was set as it] The frequency of a slanting special astigmatism side is added and it is set up, and the frequency of a slanting longitudinal direction covers the whole region, this slanting special astigmatism side is set as zero, and the frequency of the slanting lengthwise direction which intersects perpendicularly with said slanting longitudinal direction is set as target frequency.

[0029] In claim 15, as for invention according to claim 16, said frequency addition element adds the frequency of a perpendicular special astigmatism side further, and it is set up, and the frequency of the level direction of a x axis covers the whole region, this perpendicular special astigmatism side is set as zero, and the frequency of the perpendicular direction of the y-axis is set as target perpendicular frequency.

[0030] The field for ** and the field for Kon from which, as for invention according to claim 17, refractive power is different, Refractive power is the manufacture approach of the progressive focal lens for glasses equipped with the progressive field which changes graduated among both fields. As opposed to the spherical surface beforehand set as the lens rear face by the side of an eyeball, or the lens front face by the side of a body About the 1st line that compounds the original successive promotion refracting interface set up only for the purpose of demonstrating a predetermined eyesight amendment property without the astigmatism frequency in the field for **, and the field for Kon, About the 2nd line that asks for the astigmatism correction refracting interface for original ** only for the purpose of the field for ** demonstrating a predetermined astigmatism correction property while on said lens rear face or the front face of a lens, The 3rd stroke which asks for the astigmatism correction refracting interface for original Kon only for the purpose of the field for Kon demonstrating a predetermined astigmatism correction property while on said lens rear face or the front face of a lens, The lens rear face or lens front face of the progressive focal lens for glasses Said spherical surface, an original successive promotion refracting interface, It has the 4th stroke compounded from the astigmatism correction refracting interface for original **, and the astigmatism correction refracting interface for original Kon, and is characterized by processing the front face or rear face of a lens with lens processing equipment based on the coordinate data of said synthetic refracting interface finally compounded.

[0031] Invention according to claim 18 is set to claim 17. Said about 1st line The formula $f_s(x, y)$ which sets a lens front face as the spherical surface of predetermined curvature, and expresses the spherical surface by the side of a lens rear face, z parallel to the optical axis from the top-most-vertices location of this spherical surface to an original successive promotion refracting interface It is carried out by the following formula showing the amount Z of sags which compounded the function $f_p(x, y)$ showing the distance of shaft orientations, and is $Z=f_s(x, y)+f_p(x, y)$.

When the radius of curvature of the base curve of the spherical surface on the rear face of a lens is set to r, the formula $f_s(x, y)$ showing said spherical surface is $f_s(x, y) = r - \sqrt{r^2 - x^2 - y^2}$.

It comes out and asks.

[0032] In invention according to claim 19 and claim 18 said astigmatism correction refracting interface for original ** When it is expressed with the coordinate $f_{tf}(x, y)$ of a toric side and r_1 or r_2 , and the minimum radius of curvature are set to r_2 or r_1 for the maximum radius of curvature of a toric side, said coordinate $f_{tf}(x, y)$ is $f_{tf}(x, y) = r_1 - \sqrt{[r_1 - r_2 + \sqrt{r_2^2 - y^2}]^2 - x^2}$.

It is alike and asks more. Said astigmatism correction refracting interface for original Kon When it is expressed with the coordinate $f_{tn}(x, y)$ of a toric side and the maximum radius of curvature of a toric side is made into r_2' or r_1' , r_1' or r_2' , and the minimum radius of curvature said coordinate $f_{tn}(x, y)$ It asks by $f_{tn}(x, y) = r_1' - \sqrt{[r_1' - r_2' + \sqrt{r_2'^2 - y^2}]^2 - x^2}$.

[0033] The function $f_{tf}(x, y)$ which expresses said astigmatism correction refracting interface for original ** with said function $f_p(x, y)$ which sets up the configuration of said original successive promotion refracting interface in claim 19 is added, and invention according to claim 20 is $S_1 = f_p(x, y) + f_{tf}(x, y)$.

the degree type which multiplied the function $f_p(x, y)$ of the above-mentioned formula by the 1st correction factor k_1 -- $S_2 = k_1$ and $f_p(x, y) + f_{tf}(x, y)$

The level frequency correction refracting interface (24H) of imagination is set up according to the 1st asymptotic stroke which approaches target level frequency (Dh) in the frequency of only the direction of

a horizontal (x axis) in the field for Kon by it being alike, setting and changing the 1st correction factor k_1 to two or more steps. On the other hand, the frequency of only the direction of a perpendicular (y-axis) in the field for Kon In said 1st asymptotic stroke, it is based on the frequency (deltad) which changed perpendicularly according to the 1st correction factor k_1 , and the perpendicular frequency of the astigmatism correction refracting interface for Kon (23). It is temporarily set up by three cutting functions showing a temporary perpendicular frequency correction refracting interface (24V'). $f_{vf}(y) = h - y + i = \text{constant} = 0 \dots (h')$

$f_{vm}(y) = a - y^3 + b - y^2 + c - y + d \dots (i')$

$f_{vn}(y) = e - y^2 + f - y + g \dots (j')$

However, corresponding to the field for **, express a flat surface, and, as for (h'), (j') expresses a curved surface corresponding to the field for Kon. (i') is the degree type which expressed the curved surface which connects said flat surface and curved surface smoothly corresponding to a progressive field, and multiplied the above-mentioned formula (i') and (j') by the 2nd correction factor k_2 . $f_{vm}(y) = k_2 (a - y^3 + b - y^2 + c - y + d) \dots (i)$

$f_{vn}(y) = k_2 (e - y^2 + f - y + g) \dots (j)$

A target perpendicular frequency correction refracting interface (24V) is set up according to the 2nd asymptotic stroke which approaches target perpendicular frequency (Dv) in the frequency of only the direction of a perpendicular (y-axis) in the field for Kon by it being alike, setting and changing the 2nd correction factor k_2 to two or more steps. The above-mentioned perpendicular frequency correction refracting interface (24V) and the level frequency correction refracting interface (24H) of the imagination called for according to said 1st asymptotic stroke are compounded, and the astigmatism correction refracting interface for Kon (23) is set up.

[0034] Said perpendicular frequency correction refracting interface as which invention according to claim 21 is expressed in a quadratic function in claim 20 is connected by the curved surface expressed with the cubic function which connects smoothly the flat surface where vertical frequency is expressed with the linear function of zero, and the curved surface expressed with said flat surface and above-mentioned quadratic function corresponding to a progressive field corresponding to the field for **.

[0035] Invention according to claim 22 cuts the progressive focal lens for glasses according to claim 1 to 16 into a predetermined configuration, and equips the frame for glasses with it. Invention according to claim 23 sets up the distance of two cores of the field for Kon set up on the main gaze line of a lens on either side according to an individual in claim 22 regardless of the distance of two cores of the field for ** similarly set up on the main gaze line of a lens on either side.

[0036]

[Embodiment of the Invention] Below, 1 operation gestalt which materialized the glasses which used the progressive focal lens for glasses for the progressive focal lens for glasses and its manufacture approach list of this invention is explained using drawing 1 - drawing 13.

[0037] In the progressive focal lens 11 for glasses of this operation gestalt, the configuration which will be the requisite is the same as that of what was stated by the conventional term. That is, as shown in drawing 2, it is on the main gaze line 12 which passes near the geometric core O1 of a lens 11, and the upper field is made into the field 13 for ** near the spherical surface or the spherical surface from the 1st horizontal line L1 passing through the core O2 for ** of being located near said geometric core O1. Moreover, from the 2nd horizontal line L2 which passes along the downward core O3 for Kon rather than the geometric core O1 on said main gaze line 12, a downward field is made into the field 14 for Kon, and the middle of both lines L1 and L2 is made into the progressive field 15.

[0038] As shown in drawing 3, the lens front face 16 by the side of the body of the progressive focal lens 11 is fabricated by the spherical surface of predetermined radius of curvature, and processing of a refracting interface is not newly performed to the lens front face 16 with this operation gestalt.

[0039] On the other hand, it is processed into the configuration of the last composition refracting interface Se which compounded various kinds of refracting interfaces in the lens rear face 17 by the side of an eyeball, and far view and near viewing are performed proper by the frequency for ** and the number of the Kon supplies (it is only called dpt the diopter and the following) which are determined by

this last composition refracting interface Se and the spherical surface on the front face 16 of a lens (curvature). At this time, it has composition which can correct each astigmatism of far view and near viewing.

[0040] the lens base material with which sign 11a of drawing 1 consists of the glass or the synthetic-resin material of regularity (for example, 1.500) of the rate of optical refraction -- it is -- the lens front face 16 and the lens rear face 17 -- for example, it is fabricated by the spherical surface of curvature different, respectively. In addition, the lens rear face 17 may be set as the curved surface of the curvature which can reduce the volume which may not be the spherical surface and is deleted by processing of a lens.

[0041] this -- operation -- a gestalt -- **** -- a lens -- a base material -- 11 -- a -- geometry -- a core -- 01 -- passing -- an optical axis -- that is, -- the Z-axis -- a lens -- a rear face -- 17 -- predetermined -- a base curve -- the spherical surface -- an intersection -- a lens -- top-most vertices -- a location -- P -- ** - - carrying out -- this -- top-most vertices -- a location -- P -- a passage -- an optical axis (Z-axis) -- intersecting perpendicularly -- the -- one -- a straight line (horizontal) -- a x axis -- top-most vertices -- a location -- P -- a passage -- a x axis -- and -- an optical axis -- intersecting perpendicularly -- the two -- a straight line (perpendicular direction) -- the y-axis, x, and the y-axis -- passing -- a flat surface -- xy flat surface -- giving a definition -- .

[0042] Then, drawing 1 explains the outline about each element which constitutes the last composition refracting interface Se in the lens rear face 17 mentioned above. The original successive promotion refracting interface 21 reflected in the spherical surface on the above-mentioned rear face 17 of a lens is beforehand set up based on a glasses wearer's frequency for ***** and frequency for ***** without astigmatism frequency. This original successive promotion refracting interface 21 expresses the progressive curved surface where refracting interface 21a for ** and refracting interface 21b for Kon continued smoothly by progressive refracting interface 21c only for the purpose of demonstrating a predetermined eyesight amendment property without the astigmatism frequency in the field for **, and the field for Kon. In addition, by drawing 1, the original successive promotion refracting interface 21 simplifies and shows only an image. This illustration approach is the same also about the following refracting interfaces 22, 23, 24H, and 24V and 24V'.

[0043] The astigmatism correction refracting interface 22 for ** similarly reflected in the spherical surface on the rear face 17 of a lens is beforehand set up based on a glasses wearer's astigmatism frequency for *****. This refracting interface 22 is the toric side to which ***** of the maximum radius of curvature r1 pointed in the direction of a x axis, and ***** of the minimum radius of curvature r2 pointed in the direction of the y-axis as shown in drawing 1 in the thing for regular astigmatism correction.

[0044] Based on a glasses wearer's astigmatism frequency for ***** , a virtual setup is carried out beforehand, and the astigmatism correction refracting interface 23 for Kon reflected in the spherical surface on the rear face 17 of a lens is the astigmatism correction refracting interface 22 for **, and the toric side to which ***** of maximum radius-of-curvature r1' pointed in the direction of a x axis, and ***** of minimum radius-of-curvature r2' pointed in the direction of the y-axis similarly.

[0045] With this operation gestalt, in order to make easy to understand the synthetic stroke to other refracting interfaces of the astigmatism correction refracting interface 23 for Kon which carried out a virtual setup, it divides into the stroke which sets only ***** of maximum radius-of-curvature r1' as target frequency for the astigmatism correction refracting interface 23 for Kon, and the stroke which sets only ***** of minimum radius-of-curvature r2' as target frequency, and considers.

[0046] The stroke which sets ***** of maximum radius-of-curvature r1' in a **** field as target frequency is performed by regular astigmatism by changing level frequency only in consideration of the level direction of a x axis. With this operation gestalt, the level frequency for Kon is set as target level frequency according to the below-mentioned 1st asymptotic stroke which carries out the multiplication of the 1st correction factor k1 to the function fp (x y) showing said original successive promotion refracting interface 21. Since the perpendicular frequency of the direction of the y-axis (perpendicular) in the field for Kon also changes with 1st asymptotic strokes, this variation deltad is amended in the

setting process of perpendicular frequency correction refracting interface 24V described below. A virtual indication of levelness number correction refracting interface 24H in the field for Kon obtained in the 1st asymptotic stroke is given at drawing 1 as a correction refracting interface of only the level frequency except variation Δf of said perpendicular frequency.

[0047] As regular astigmatism is shown in drawing 1, the direction of ***** can point to the perpendicular direction of the y-axis, and the stroke which sets only ***** of minimum radius-of-curvature r_2' mentioned above as target frequency can grasp it as perpendicular frequency correction refracting interface 24V. It is [this] perpendicularly for correction only in consideration of the direction of the y-axis where frequency correction refracting interface 24V are perpendicular, and a z-coordinate becomes settled by the y-coordinate.

[0048] Above perpendicular frequency correction refracting interface 24V are formed of three fields. That is, the configuration of perpendicular frequency correction refracting interface 24V serves as flat-surface 24Va to which the coordinate value of the direction of the z-axis is expressed with linear-function $f_v(y) = h - y + i$ by x in the field for **. Moreover, in the field for Kon, it is curved-surface 24Vb which the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis is set as target frequency, and is expressed with quadratic function $f_v(y) = e - y^2 + f - y + g$ by x. Furthermore, in the progressive field, the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis serves as curved-surface 24Vc which connects smoothly said flat-surface 24Va and curved-surface 24Vb, and is expressed with cubic function $f_v(y) = a - y^3 + b - y^2 + c - y + d$ by x.

[0049] Next, the object for ** and the object for Kon explain the stroke which asks for said each refracting interfaces 21, 22, 24H, and 24V, the 1st asymptotic stroke, the 2nd asymptotic stroke which uses refracting interface 24V as the last refracting interface, the synthetic stroke of each refracting interface, etc. drawing 1 and focusing on 4 about the case of regular astigmatism.

(1-1) The spherical surface on the rear face 17 of a lens is asked only for the purpose of demonstrating a predetermined eyesight amendment property without the astigmatism [in / based on a glasses wearer's eyesight measurement data about the 1st line / in the configuration of the progressive refracting interface 21 / the field for **, and the field for Kon] frequency which compounds the original successive promotion refracting interface 21. Since this refracting interface 21 does not perform astigmatism correction, it is called original successive promotion refracting interface 21. The following function is used for the spherical surface on the rear face 17 of a lens about in the 1st line which compounds said original successive promotion refracting interface 21. (Step ST1 reference of drawing 4)

$$Z = f_s(x, y) + f_p(x, y)$$

In the above-mentioned function, Notation Z is the distance of sags from said top-most-vertices location P ($z = 0$), i.e., xy flat surface, to the original successive promotion refracting interface 21, i.e., the amount.

[0050] Above $f_s(x, y)$ is a function showing the spherical surface on the rear face 17 of a lens, and is calculated by the following formulas.

$$f_s(x, y) = r - \sqrt{r^2 - x^2 - y^2}$$

However, r is the radius of curvature of the base curve of the spherical surface centering on the point P0 on the Z-axis in the lens rear face 17 shown in drawing 3.

[0051] $f_p(x, y)$ is the function of the original successive promotion refracting interface 21 showing the variation rate of the Z direction from the spherical surface on the rear face 17 of a lens, and is set as the formula which was suitable for the glasses wearer so that a predetermined eyesight amendment property without astigmatism frequency might be demonstrated. Although this function $f_p(x, y)$ is indicated by JP,03-46616,A, JP,47-9626,B, or JP,06-80447,B, detailed explanation is omitted with this operation gestalt.

[0052] Therefore, the configuration (the amount Z of sags) of the refracting interface which compounded said original successive promotion refracting interface 21 to the spherical surface is searched for by the following formulas (a).

$$Z = r - \sqrt{r^2 - x^2 - y^2} + f_p(x, y) \dots (a)$$

(1-2) About the 2nd line of this astigmatism correction refracting interface 22 for original ** is called

for based on a glasses wearer's measurement astigmatism frequency only for the purpose of the thing which ask for the astigmatism correction refracting interface 22 for original ** and for which the field for **, the field for Kon, and a progressive field demonstrate the predetermined astigmatism correction property for **. (Step ST2 reference of drawing 4) Generally a toric side is used as an approach of expressing an astigmatism (correction refraction) side. The toric side which forms a refracting interface 22 is a curved surface made when rotating as a shaft straight-line y-y' which does not pass along the core C of the radii (****) of radius of curvature r2, as shown in drawing 1 , and has two kinds, a "tire mold" and a "TARU mold."

[0053] Principal radii, a call, and one side take the value of min [another side] for said radius of curvatures r1 and r2 with the greatest value. The field refractive power of ***** by these principal radii r1 and r2 serves as frequency of whenever [strongest], and the degree of the maximum weakness, and that difference is astigmatism frequency. In the case of the astigmatic lens for correction, frequencies (power) differ according to a direction and, in the minimum power, the maximum power serves as frequency (S+C) in S frequency. In addition, the average frequency of a lens is expressed with "S+C/2" in simple.

[0054] The coordinate of said astigmatism correction refracting interface 22 for original ** which is a toric side is expressed with the following functions when principal radii are set to r1 and r2.

$$ftf(x,y) = r1 - \sqrt{[r1 - r2 + \sqrt{(r2^2 - y^2)}]^2 - x^2} \dots (b)$$

In the above-mentioned formula (b), if the max of principal radii r1 and r2 and the minimum relation interchange, a toric side will interchange between a "tire mold" and a "TARU mold."

[0055] The formula which expresses the coordinate of the "non-toric side" which applied the view of the aspheric surface to the toric side, and the astigmatism side indicated by the Japanese-Patent-Application-No. 8-No. 518047 official report as approaches other than a toric side is shown in the expression of an astigmatism side. Curvature is set to $Cx = 1/r1$, $Cy = 1/r2$, and the degree type (c) expresses the coordinate of said refracting interface 22 by this formula.

[0056]

$$ftf(x,y) = (Cx \text{ and } x^2 + Cy - y^2) / [1 + \sqrt{(1 - Cx^2 \text{ and } x^2 + Cy^2, \text{ and } y^2)}] \dots (c)$$

(1-3) The 3rd astigmatism correction refracting interface 23 for stroke Kon which asks for said astigmatism correction refracting interface 23 for original Kon If it is expressed with the coordinate $ftn(x,y)$ of a toric side like the case of the astigmatism for ** mentioned above, and the maximum radius of curvature of a toric side is made into r1' and the minimum radius of curvature is made into r2' Said coordinate $ftn(x,y)$ $ftn(x,y) = r1' - \sqrt{[r1' - r2' + \sqrt{(r2'^2 - y^2)}]^2 - x^2} \dots (b')$

It asks by the upper type (b'). (Step ST3 reference of drawing 4) The configuration of the astigmatism correction refracting interface 23 for Kon If it is expressed with the coordinate $ftn(x,y)$ of a toric side and the curvature of a toric side is made into $Cx = 1/r1'$, and $Cy = 1/r2'$ $ftn(x,y) = (Cx \text{ and } x^2 + Cy - y^2) / [1 + \sqrt{(1 - Cx^2 \text{ and } x^2 + Cy^2, \text{ and } y^2)}] \dots (c')$

It can set up by the upper type (c').

(1-4) Composition of synthetic both the refracting interfaces 21 and 22 of the original successive promotion refracting interface 21 and the astigmatism correction refracting interface 22 for original ** means addition and subtraction of a coordinate, and is the coordinate of the 1st composition refracting interface S1. $S1 = fp(x,y) + ftf(x,y) \dots (d)$

It asks by the upper type (d).

[0057] the formula (a) mentioned above (1-1) -- as for the 1st composition refracting interface S1, and (1-2) is called for by the degree type (e) so that clearly from a formula (b). (Step ST4 reference of drawing 4)

$$S1 = fp(x,y) + r1 - \sqrt{[r1 - r2 + \sqrt{(r2^2 - y^2)}]^2 - x^2} \dots (e)$$

The formula (e) mentioned above is applied when the astigmatism shaft (*****) which intersects perpendicularly mutually is in agreement with a x axis and the y-axis, and it shows the case of regular astigmatism. A number of percent of an astigmatism person is oblique astigmatism, and it needs the lens with which the direction of ***** (principal radii r1 and r2) is slanting. In this case, coordinate transformation of x and y is performed, using whenever [to x and the y-axis / astigmatism inclination-

of-axis] as theta.

[0058]

1st composition refracting interface S1' is called for by the degree type (f) that the formula $ftf(x, y)$ of $x'=x$ and the astigmatism correction refracting interface 22 for $\cos \theta - y - \sin \theta y' = x - \sin \theta + y - \cos \theta$ ** should just substitute x' after conversion, and y' coordinate.

[0059]

$S1' = fp(x, y) + ftf(x', y')$

$= fp(x, y) + r1 - \sqrt{(r1 - r2 + \sqrt{(r22 - y'^2)})^2 - x'^2}$ -- (f)

In addition, it is the same as that of the formula (d) mentioned above also when composition of the astigmatism correction refracting interface 22 for ** and the original successive promotion refracting interface 21 was performed using the formula (c) mentioned above, (e), and (f).

(1-5) The 1st asymptotic stroke which sets up the target level frequency of the astigmatism frequencies for ***** to said 1st composition refracting interface S1 or S1', and asks for the 2nd composition refracting interface S2 or S2' (step ST5 reference of [drawing 4](#)).

[0060] target Kon by changing the frequency of the field for Kon of the original successive promotion refracting interface 21 which constitutes 1st composition refracting interface S1' -- service water -- it can newly set up so that the Taira frequency may be described below.

[0061] By the way, in the field for **, even if it can take out target frequency only with compounding the coordinate of a refracting interface easily and the frequency of the field upper part for ** or the side has not become a "progressive refracting interface + astigmatism correction refracting interface" correctly, there is no big problem. However, in the approach of compounding two refracting interfaces simply, since the level frequency of the field for Kon shifts from target level frequency, in order to take it out correctly, the 1st asymptotic stroke has been taken.

[0062] In this 1st asymptotic stroke, the number of the Kon supplies in 1st composition refracting interface S1' which was mentioned above and by which simple composition was carried out is calculated first. The simulation count which asks for the curve of a simple synthetic field is sufficient as this count, and the simulation count of a beam of light which actually carries out incidence to an eye is sufficient as it. Former one is desirable if the approach of using a spherical lens ordinary as a glasses wearer's optometry approach is assumed. The spherical lens used for optometry is because frequency has come out according to the difference of the field curve of a simple table and a flesh side.

[0063] Kon of 1st composition refracting interface S1' who asked as mentioned above -- service water -- the Taira frequency and target Kon -- service water -- the Taira frequency, i.e., Kon who wants to actually set up, -- service water -- the 1st asymptotic stroke which the difference of the Taira frequency is made in agreement and asks for 2nd composition refracting interface S2' is performed as follows.

[0064] In the formula (f) of 1st composition refracting interface S1', the degree type (g') which multiplies the function $fp(x, y)$ showing the original successive promotion refracting interface 21 by the 1st correction factor $k1$ is used for this 1st asymptotic stroke.

[0065]

$S2' = k1$ and $fp(x, y) + ftf(x', y')$

$= k1$ and $fp(x, y) + r1 - \sqrt{(r1 - r2 + \sqrt{(r22 - y'^2)})^2 - x'^2}$ -- (g')

In addition, in this term, the 2nd composition refracting interface S2 in regular astigmatism is expressed with the following formulas.

[0066]

$S2 = k1$ and $fp(x, y) + ftf(x, y)$

$= k1$ and $fp(x, y) + r1 - \sqrt{(r1 - r2 + \sqrt{(r22 - y^2)})^2 - x^2}$ -- (g)

target Kon [count / of the above-mentioned formula (g) or said formula (g')] in 1 time of a stroke -- service water -- the simulation to which said 1st correction factor $k1$ is gradually changed since it does not become the Taira frequency -- carrying out -- target Kon -- service water -- it asks for gap with the Taira frequency. this -- repeating -- target Kon -- service water -- it brings close to the Taira frequency. the beginning -- this 1st [the] -- correction factor $k1=1$ is considered, and it is made larger than 1, or it is made small, and the level frequency of the field for Kon is brought close to the level frequency for

[0067] it was set up by k_1 and $f_p(x, y)$ in this 1st asymptotic stroke -- level -- as mentioned above, a virtual indication of frequency correction refracting interface 24H is given at drawing 1. In the 1st asymptotic stroke, it cannot change only level frequency and vertical frequency also changes according to the 1st correction factor k_1 . If the 1st correction factor k_1 is decided, since variation Δf (dpt) of this perpendicular frequency will be called for from k_1 and $f_p(x, y)$, based on the perpendicular frequency of this variation Δf and the astigmatism frequencies for *****, temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' described below is set up. (Step ST6 reference)
(2-1) The setting stroke of temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' (step ST6 reference of drawing 4)

Here, if the reason for setting up temporary correction refracting interface 24V' is explained, since the perpendicular frequency of variation Δf {it asks from k_1 and $f_p(x, y)$ } and the astigmatism frequencies for ***** which were mentioned above is clear, perpendicular frequency correction refracting interface 24V which become target perpendicular frequency based on them should be able to set up theoretically by one setup. However, since it does not become target perpendicular frequency in fact in many cases, temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' is set up.
[0068] Function $f_v(y)$ ' showing temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' is unrelated to the coordinate of the direction of a x axis, and is a function influenced by only y . Function $f_v(y)$ ' is divided into three formulas of f_{vf} [of the field for **] (y) ', and $f_{vm}(y)$ f_{vn} [of ' and the field for Kon] (y) ' of a progressive field. **, inside, and Kon are judged with the value of a y -coordinate. For example, it has set up, saying "it is a field for ** about the field of $y > 2$ (from a geometric core to 2mm top)", and "it is a field for Kon about the field of $y < -12$ (from a geometric core to the bottom of 12mm)." If the frequency measuring point for ** consists of a geometric core O1 on 8mm, 3mm**2mm of a boundary is desirable. If it sets up more greatly than 5mm, the error of frequency will be generated in the frequency measuring point for **. Conversely, if it is set as a value and a negative value smaller than 1mm, the deformation which lasts to the field for Kon from the field for ** of perpendicular frequency correction refracting interface 24V', i.e., a wave, will become rapid.
[0069] Form status change-ization applied to the progressive field of the field for ** to the field for Kon is expressed by the spline function. here -- "-- the object for ** -- a function with which field $f_{vf}(y)$ ' and flat-surface = linear expression", the "progressive field $f_{vm}(y)$ ' and the 3rd formula", and the "field f_{vn} for Kon (y) ' and a secondary type" are connected smoothly is needed. It means not bending except that it is geometrically connected with "it is connected smoothly", and that a curve (curvature) does not change to discontinuity. If a curve changes to discontinuity, the frequency of a certain point will change to discontinuity.

[0070] Although the field for ** and the field for Kon are smoothly connected using the property of a spline function, a "cutting power function" is illustrated as an easy example of this spline function. It is set as the separate polynomial expressed as the "cutting power function" by the exponentiation so that it might illustrate below.

[0071] Since function [of the field for **] $f_{vf}(y)$ ' does not affect the curve or frequency of the field for **, it is taken as flat-surface 24Va' to which it is a constant, and the value of an x -coordinate is not based on the value of a y -coordinate, but is expressed with the linear expression of the $f_{vf}(y)$ '= $h-y+i$ = constant above. It is $f_{vf}(y)$ '=0, using h and i as 0 in an upper type, in order to simplify explanation with this operation gestalt... (h')

It carries out.

[0072] The easiest expression approach of function [of a progressive field] $f_{vm}(y)$ ' is a cubic polynomial. That is, the coordinate value of the direction of a x axis is made into a constant, and the coordinate value of the direction of the z -axis about the direction of the y -axis serves as a cubic function type (i') showing curved-surface 24Vc' which connects smoothly curved-surface 24Vb' stated to said flat-surface 24Va' and degree.

[0073]

$f_{vm}(y)$ '= $a-y^3+b-y^2+c-y+d \dots$ (i')

The easiest expression approach of function [of a **** field] $f_{vn}(y)$ ' is a quadratic. That is, the coordinate value of the direction of a x axis is made into a constant, and the coordinate value of the direction of the z-axis about the direction of the y-axis is a degree type (j') showing curved-surface 24Vb' temporarily set as target frequency.

[0074]

$f_{vn}(y) = e - y^2 + f - y + g \dots (j')$

By the way, it being important for the configuration of a progressive field is that apply to a progressive field from the field for **, and perpendicular frequency does not change to discontinuity.

[0075] Below, this condition is listed.

- The frequency (= curve) of a field is proportional to the second degree differential value by y of a field configuration, and if it is put in another way, "the second degree differential value is not discontinuous" (it is continuation) will be said.

[0076] - In the field for **, the value which differentiated the second degree of this by y is also $f_{vf}'(y) = 0$ because of $f_{vf}(y) = 0$.

- Function [of a progressive field] $f_{vm}(y)$ ' is [the second degree differential value] also $f_{vm}''(2) = 0$ similarly at the time of $y = 2$.

[0077] - Since a refracting interface must change smoothly, the first degree differential value is also $f_{vm}'(2) = 0$. Moreover, since the configuration itself must not become discontinuity, it is $f_{vm}(2) = 0$.

[0078] - Kon -- ** -- a field -- an inlet port -- that is, -- y -- a value - 12 -- it is -- the time -- successive promotion -- a field -- a function -- f_{vm} -- (-- y --) -- ' -- two -- floor -- differential -- a value -- f_{vm} -- " (-12) -- ' -- desired value -- setting up -- a sake -- **** -- the second degree differential value f_{vn} of function [of the field for Kon] $f_{vn}(y)$ ' -- " (-12) -- ' -- said second degree differential value f_{vm} " (-12) -- it is necessary to make it become equal to '

[0079] In addition, it was referred to as $y = -12$ because the frequency measuring point for Kon was assumed under 12mm of the geometric core O1. Moreover, "the curvature which should exist" is determined from "the curvature of a basis" from gap of vertical frequency. Based on the value of "the curvature of a basis", and "the curvature which should exist", the desired value of the second degree differential value can be determined after that.

[0080] - At the entry of the field for Kon, the conditions $f_{vm}'(-12) = f_{vn}'(-12)$ ' and $f_{vm}(-12) = f_{vn}(-12)$ ' also need to be satisfied.

- It is related with the secondary multiplier e in function [of the field for Kon mentioned above] $f_{vn}(y)$ ', and is $e^{*0.5x}$ frequency variation/(material refractive index -1).

The approximate expression to say is realized.

[0081] The frequency variation of this approximate expression is a dpt (= m-1) unit. A unit is arranged by the relation which uses mm by other formulas, and it is $e^{*0.5x}$ frequency variation $\times 0.001$ /(material refractive index -1).

It carries out.

[0082] the above monograph affair -- filling -- making -- said function (h') -- and (i') (j') it can be based and temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' can be set up. The formula (i') of function $f_{vm}(y)$ ' and $f_{vn}(y)$ ' mentioned above and a setup of each multipliers a, b, c, d, e, f, and g in (j') are performed as follows, for example.

[0083] Variation $\text{deltad} = 0.03\text{dpt}$ of perpendicular frequency, a material refractive index = the approximate expression mentioned above when 1.500, $e^{*0.5x}$ frequency variation $\times 0.001$ /(material refractive index -1)

since -- e is called for as follows.

[0084] e -- ** -- 0.5 -- x -- 0.03 -- x -- 0.001 -- x (1.5-1.0) -- ** -- 0.0000075 -- again -- successive promotion -- a field -- specifying -- the -- one -- a horizontal line -- L -- one -- the -- two -- a horizontal line -- L -- two -- a y-coordinate -- a value -- two -- mm - 12 -- mm -- ** -- carrying out -- if -- having mentioned above -- f_{vm} -- (-- y --) -- ' -- expressing (i') -- f_{vn} -- (-- y --) -- ' -- expressing (j') -- a formula -- from -- the following -- each -- equality -- be materialized . In addition, a sign "" expresses a ground-floor differential value, and "" expresses a first-floor differential value.

[0085]

$fvm(2)'=0 \rightarrow 8a+4b+2c+d=0$
 $fvm(2)'=0 \rightarrow 12a+4b+c=0$
 $fvm(2)'=0 \rightarrow 12a+2b=0$
 $fvm'(-12)=fvm'(-12)$
 $\rightarrow -1728a+144b-12c+d=144e-12f+g$
 $fvm'(-12)=fvm'(-12)$
 $\rightarrow 432a-24b+c=-24e+ffvm'(-12)=fvm'(-12)$
 $\rightarrow -72a+2b=2e$ -- from these formulas, when it asks for a, b, c, d, f, and g, it is as follows.

[0086]

$a=-0.0000001786$ $b=0.0000010714$ $c=-0.0000021429$ $d=0.0000014286$ $f=0.0000750000$ It is as having mentioned above that the formula showing temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' which is $g=0.0003100000$ and which was set up by doing in this way is not perfect, either. Asymptotic amendment by simulation is performed like the following term (2-2) in fact, and more exact perpendicular frequency correction refracting interface 24V are set up.

(2-2) The 2nd asymptotic stroke which sets up perpendicular frequency correction refracting interface 24V made into a target based on temporary perpendicular frequency correction refracting interface 24V' (step ST7 reference of [drawing 4](#))

Even if it uses cubic function $fvm(y)'$ and quadratic function $fvm(y)'$ for which it asked by count in the step ST 6 mentioned above, variation Δt (for example, 0.03dpt(s)) of said perpendicular frequency cannot necessarily be amended completely. For this reason, amendment is performed by the degree type (i) which multiplied cubic function $fvm(y)'$ and quadratic function $fvm(y)'$ mentioned above by the 2nd correction factor $k2$, and (j).

[0087]

$fvm(y)=k2$ and $fvm(y)'=k2(a-y^3+b-y^2+c-y+d)$ -- (i)

$fvm(y)=k2$ and $fvm(y)'=k2(e-y^2+f-y+g)$ -- (j)

Count of the above-mentioned formula (i) or (j) carries out simulation to which the 2nd correction factor $k2$ is gradually changed since it does not become the target perpendicular frequency for Kon in 1 time of a stroke, and it asks for gap with the target perpendicular frequency for Kon. This is repeated and it brings close to the target perpendicular frequency for Kon. the beginning -- this 2nd [the] -- correction factor $k2=1$ is considered, and it is made larger than 1, or it is made small, and the perpendicular frequency of the field for Kon is brought close to the perpendicular frequency for *****.

(2-3) Composition of the last composition refracting interface Se (step ST8 reference of [drawing 4](#))

It asks for the last composition refracting interface Se by the degree type (k) by compounding the cutting power function fvm showing the configuration of perpendicular frequency correction refracting interface 24V set up as mentioned above (y), $fvm(y)$, and $fvm(y)$ to 2nd composition refracting interface S2' mentioned above.

[0088]

$Se=S2'+fvm(y)=S2'+[fvm(y), fvm(y), fvm(y)] \dots (k)$

(2-4) The processing process of a lens base material (step ST9 reference of [drawing 4](#))

In the step ST 9 of [drawing 4](#), a progressive focal lens is manufactured by processing the spherical surface of the rear face of lens base material 11a based on the last composition refracting interface Se.

[0089] Processing of the rear face of the above-mentioned lens base material 11a is performed by carrying out automatic control of the processing cutting edge with the coordinate data of the last composition refracting interface Se beforehand recorded on the record medium of the numerical-control equipment in lens processing equipment.

(3) The field for ** is regular astigmatism, and although the field for ** is oblique astigmatism and the case where the field for Kon was regular astigmatism was explained by - (2-1) (2-4) term mentioned above about the stroke which asks for last composition refracting interface Se' in the case of being the oblique astigmatism toward which the astigmatism shaft of the field for Kon inclined, it is the case that it is reverse, by (3) terms.

(3-1) The 1st approach (refer to [drawing 5](#) - [drawing 7](#))

The frequency of last composition refracting interface Se' of a **** field compounds the element of following a-d.

[0090] Astigmatism frequency b of the field for ** Whenever [subscription / which was set up by k1

used for the 1st asymptotic stroke, and $f_p(x, y) / c$] Perpendicular special astigmatism side d is determined among the slanting special astigmatism side above by the astigmatism frequency for **. Three elements of $b-d$ are defined as a frequency addition element, and the approach for determining this frequency addition element as general astigmatism frequency (S frequency and C frequency putting together) is explained below.

[0091] If the S+C frequency which compounded Dfb, the spherical-surface element, and the cylinder element for S frequency as a spherical-surface element of the frequency for ** is set to Dfc as shown in drawing 5, the direction of Dfb and Dfc intersects perpendicularly. If S frequency of **** frequency is set to Dnb and S+C frequency is set to Dnc, the direction of Dnb and Dnc also intersects perpendicularly. If S frequency of a frequency addition element is set to Dxb and S+C frequency is set to Dxc, the direction of Dxb and Dxc also intersects perpendicularly.

[0092] Next, the S+C frequency mentioned above is decomposed into a "spherical-surface element + cylinder element." It will become $Dfc = Dfb + Df1$ if the cylinder element for ** is set to Df1.

[0093] Moreover, it will become $Dxc = Dxb + Dx1$ if the cylinder element of a frequency addition element is set to Dx1.

[0094] Furthermore, the frequency which added the frequency addition element to the frequency for ** adds a cylinder element ($Df1 + Dx1$) to a spherical-surface element ($Dfb + Dxb$). Generally, composition ($Dfb + Dxb$) of a spherical-surface element is called for by addition of simple frequency, and composition of a "spherical-surface element + cylinder element" is also easy for it. The shaft orientations of a cylinder side are searched for by addition of "number of spherical degrees + cylinder frequency." A direction perpendicular to the shaft of a cylinder side is the same frequency as the number of spherical degrees.

[0095] However, since composition ($Df1 + Dx1$) of cylinder elements is a little complicated, an approach general to below is shown. As shown in drawing 6, it is refractive power D1. The shaft and refractive power D2 of the 1st yen cylindrical surface A While the shaft of the 2nd yen cylindrical surface B is making the angle gamma of arbitration, the shaft of both the cylinder sides A and B can convert this into one lens which is making 90 degrees. However, refractive power of D1 ' and the 2nd yen cylindrical surface B is made into D2 ' for the refractive power of the 1st yen cylindrical surface A in this case, and it is the shaft of the 1st yen cylindrical surface A of D1 ', and D1. The angle with the shaft of the 2nd yen cylindrical surface B to make is set to alpha. Then, D1 ' in a synthetic field, D2 ', and alpha are calculable from the following four formulas. In addition, the first following formula defines "R."

[0096]

It sets in this operation $2 \gamma / R$. $R^2 = D1^2 + D2^2 + 2D1 \cdot D2 \cdot \cos 2\gamma$, $D1' = (D1 + D2 + R) / 2D2$, $D2' = (D1 + D2 - R) / 2\sin 2\alpha$, $D1' \sin \alpha = D1$ and $\sin \alpha = D1 / D1'$. In order to make a reverse use of each above-mentioned formula and to obtain the target astigmatism frequency, it calculates what kind of cylinder element is needed.

[0097] Next, the setting approach of a frequency addition element is explained. The sum total Ds1 of a spherical-surface element is shown by $Ds1 = Dfb + Dxb$, the cylinder element Df1 for ** is shown by $Df1 = Dfc - Dfb$, the cylinder element Dx1 of a frequency addition element is shown by $Dx1 = Dxc - Dxb$, and if it is the angle gamma x which Df1 and Dx1 make, each following formula will consist of each above-mentioned formula. In addition, the first following formula defines "R1."

[0098]

$R1^2 = Df1^2 + Dx1^2 + 2Df1 \cdot Dx1 \cdot \cos 2\gamma_{max}$, $Dnb = (Df1 + Dx1 + R1) / 2 + Ds1$, $Dnc = (Df1 + Dx1 - R1) / 2 + Ds1$, $\sin 2\alpha_1 = Df1 / R1$, $\sin 2\gamma_{max} / R1$ is Dfb. Dnb It is the angle to make and asks from the astigmatism shaft the object for **, and for Kon.

[0099] Dx1, Dxb, and gamma max which satisfy each above-mentioned formula are calculated. Next, the setting approach of a special astigmatism side is explained based on drawing 7. The elements Dx1, Dxb, and gamma max of frequency addition for which it asked by the formula mentioned above are analyzed further. It decomposes into the element which shows the element of these frequency addition below with this operation gestalt.

[0100]

- cylinder element of a perpendicular special astigmatism side Cylinder element of Dv1 and a slanting special astigmatism side Element added as D11 and the number of spherical degrees Ds2 -- it is determined as $\text{gammax}=45$ degree again as an include angle which a perpendicular special astigmatism side and a slanting special astigmatism side make.

[0101] If, as for the reason determined as $\text{gammax}=45$ degree, an astigmatism shaft exceeds 45 degrees, the effect of a slanting special astigmatism side will influence the field for **. For this reason, although 45 or less degrees is desirable, it is a problem when this is made not much small. That is, if it assumes that it is $\text{gammax}=1$ degree, in order to make a synthetic astigmatism shaft into 45 degrees in this condition, it is necessary to change the sign of plus and minus, respectively and to set the value of a perpendicular special astigmatism side and a slanting (one inclination) special astigmatism side as a very big numeric value, and is not suitable for actual processing. Moreover, since composition of a cylinder side is a kind of approximation calculation, an approximation error will become large if the value of each astigmatism is enlarged extremely. Therefore, choosing in $\text{gammax}=35-45$ degree is desirable.

[0102] Now, if it is the angle on which Dv1 and Dxc make $\alpha 2$, each following formula will be materialized among each elements Dv1, D11, Ds2, Dxb, and Dx1 mentioned above. In addition, the first following formula defines "R2."

[0103] $R22 = Dv12 + D112Dxb = (Dv1 + D11 + R2) / 2 + Ds2Dxb$ It asks by the approach mentioned above.

[0104] $Dxc = (Dv1 + D11 - R2) / 2 + Ds2Dxc = Dxb + Dx1$ Dx1 It asks by the approach mentioned above. $\sin 2\alpha 2 = Dv1 / R2\alpha 2$ (= gamma x) is known in the angle of inclination of a frequency addition element.

[0105] It can ask for the element Ds2 added as Dv1 of the perpendicular special astigmatism side shown to drawing 7 that it satisfies these formulas, D11 of a slanting special astigmatism side, and the number of spherical degrees. A frequency addition element [in / as mentioned above / the field for Kon] is set up, and last composition refracting interface Se' can be set up. namely, the object for progressive side + ** doubled Se' = multiplier k1 -- last composition refracting interface Se' is a value which is an astigmatism side + perpendicular special astigmatism side + slanting special astigmatism side and which was calculated in approximation. In practice, simulation is performed based on synthetic field Se' calculated by doing in this way, and the manifestation frequency for Kon is calculated. It asks for still more nearly another synthetic element in order to bring the difference of the frequency and the target number of the Kon supplies close to 0, and a special astigmatism side is updated. This is feedback count and is the same as that of the asymptotic approach which changes gradually the 1st correction factor k1 by which the formula of a progressive side is multiplied, and is close brought for the purpose of whenever [subscription].

(3-2) The 2nd approach (drawing 5 , 6, and drawing 8 - 10 reference)

Last composition refracting interface Se" of the field for Kon obtained by this 2nd approach compounds the following element of a, b, and c.

[0106] Astigmatism frequency b of the field for ** Whenever [subscription / which was set up by k1 used for the 1st asymptotic stroke, and $f_p(x, y) / c$] a is determined among the slanting special astigmatism side above by the astigmatism frequency for **. Two elements of b and c are defined as a frequency addition element, and the approach for determining this frequency addition element as general astigmatism frequency (S frequency and C frequency putting together) is explained below.

[0107] Also in the 2nd approach, since it is the same, the theory for calculating Dx1, Dxb, and gammax in the 1st approach developed with reference to drawing 5 and drawing 6 omits explanation. Then, the setting approach of a special astigmatism side is explained based on drawing 8 -10.

[0108] The frequency addition element for which it asked by the formula mentioned above consists of a slanting special astigmatism side and the number of spherical degrees. The number Dxb of spherical degrees is whenever [subscription / which is brought about by the original successive promotion refracting interface]. What is necessary is just to adjust the 1st correction factor k1 by which the function $f_p(x, y)$ showing a progressive side refracting interface is multiplied, in order to set it as the value aiming at whenever [by the original successive promotion side / subscription].

[0109] As shown in drawing 8 , when it considers as the number of frequency addition element = slanting special astigmatism side + spherical degrees, a slanting special astigmatism side is set up as $\gamma \times$ whenever [cylinder refractive-power D_{x1} and angle-of-inclination] .

[0110] A frequency addition element [in / as mentioned above / the field for Kon] is set up, and last composition refracting interface Se'' can be set up. namely, Se'' -- the astigmatism side + slanting special astigmatism side for progressive side + ** doubled = 1st correction factor k_1 -- here, as an astigmatism shaft shows drawing 8 , in not inclining greatly, it is so much satisfactory. However, if an astigmatism shaft exceeds 45 degrees as shown in drawing 9 , the effect of a slanting special astigmatism side will influence the field for **. If the shaft of a cylinder side is replaced as shown in drawing 10 in order to solve this, the effect on the field for ** can be reduced.

[0111] In addition, last composition refracting interface Se'' is also the value calculated in approximation. In practice, simulation is performed based on synthetic refracting interface Se'' calculated by doing in this way, and the manifestation frequency for Kon is calculated. It asks for still more nearly another synthetic element in order to bring the difference of the frequency and the target number of the Kon supplies close to 0, and a special astigmatism side is updated. This is feedback count and is the same as that of the 1st asymptotic stroke which changes gradually the 1st correction factor by which the formula of a progressive side is multiplied, and is close brought for the purpose of whenever [subscription] .

[0112] If it replaces with the above-mentioned asymptotic approach and an astigmatism shaft does not approach a target enough by first-time composition in a special astigmatism side, how to set up leaning a special astigmatism side further etc. and compound is also considered. Since composition can be managed at once, this approach is good. Moreover, if an astigmatism value does not approach a target enough by first-time composition, the magnitude of the astigmatism of a special astigmatism side is changed and you may make it bring close to a target with the asymptotic method.

[0113] The number component of spherical degrees of a frequency addition element will increase, the 1st correction factor k_1 by which an original successive promotion refracting interface is multiplied will increase, and last composition refracting interface Se'' of the field for Kon obtained by this 2nd approach will become disadvantageous in respect of the astigmatism of the whole field, or distortion, if an astigmatism shaft is replaced. However, a stroke is simpler than the 1st approach.

(4) It is set up so that the glasses which used the progressive focal lens by the way about the approach of setting up independently PD for ** and PD for Kon can see a long distance proper using the field for **, the distance, i.e., PD for **, of the cores O2 and O2 for ** of the lens shown in drawing 2 according to the distance (PD; distance between the tops) of the core of the eyeball of the measured right and left. And only predetermined distance is short set up rather than said PD for ** so that near can be seen proper in reading etc. using the field for Kon, the distance, i.e., PD for Kon, of the cores O3 and O3 for Kon.

[0114] As shown in drawing 2 , PD for ** of the lenses 11 and 11 on either side is set up similarly to the distance based on [of the measured right and left] eyeballs. Moreover, PD for Kon changes with glasses wearers. This is because the distance between the near point W and an eyeball changes with each glasses wearers, as shown in drawing 11 . Therefore, it is desirable to set up PD for Kon freely regardless of PD for **, and this easiest approach is rotating a progressive side centering on the core O2 for **, as shown in drawing 12 . Namely, what is necessary is to carry out the coordinate transformation $x' = x - \cos\theta \cdot y - \sin\theta \cdot y$ and just to calculate the formula showing a progressive side by $fp(x', y')$. According to this approach, the frequency measuring point for Kon will move not only to right and left but to the upper and lower sides by rotation. However, vertical movement is adjusted with the 1st correction factor k_1 which disregards since it is small, or is applied to a progressive side. For example, since it is equivalent to how becoming large, the 1st correction factor k_1 is made small, and that the eyeball core for Kon (EP) moves up adjusts it. [subscription]

[0115] Since distribution of astigmatism or distortion is also rotated in the above-mentioned rotation method, as shown in drawing 13 , the approach to which only the coordinate of the progressive side of a progressive field and the field for Kon is made to slide horizontally can be considered. For that, suitable

conversion of an x-coordinate is performed in a progressive field and the field for Kon.

[0116] $x' = x + \Delta x(y)$

Various approaches are considered although an upper type expresses horizontal gap. When the continuity of a strict field is taken into consideration, a method with which the first degree differential value changes continuously on the boundary of the field for ** and a progressive field and the boundary of a progressive field and the field for Kon is desirable. In case this generates perpendicular frequency correction refracting interface 24V, it is the same as that of the theory taken into consideration about the continuity.

[0117] $\Delta x(y)$ is a function which defines the value of Δx with the value of y . The simplest gestalt of this function is a primary type. However, by the primary formula, the method of change becomes discontinuity on "the boundary of the field for ** and a progressive field", and "the boundary of a progressive field and the field for Kon" (it bends). What is necessary is just to change the amount of displacement gradually on each boundary, in order to carry out a variation rate continuously. There is a spline function (the easiest thing in it is a cutting power function) as this approach. A still simpler approach is shown as a concrete example here.

[0118] The die length of a progressive field is set to 15mm, and the approach of making it slide 1mm among these 15mm is taken.

Δx -- what is necessary is just to ask for the multipliers a , b , c , and d of a $x(y) = ay^3 + by^2 + cy + d$ top type

[0119] An inclination on the boundary of the field for $\Delta x(0) = 0$ **, and a progressive field on the boundary of the field for 1mm $\Delta x'(0) = 0$ **, and a progressive field in the boundary of a 0mm $\Delta x(15) = 1$ ** successive promotion field and the field for Kon $\Delta x'(15) = 0$ [a variation rate] [a variation rate] An inclination is [** / 0] $a = 2/153$, and $b = -1/152$ from $c = 0$, **, and ** in $d = 0$ and ** in the boundary of a ** successive promotion field and the field for Kon. It becomes.

[0120] As explained in full detail above, according to this operation gestalt, the following operations and effectiveness can be acquired.

(1) With said operation gestalt, since the astigmatism frequency of the field for ** and the astigmatism frequency of the field for Kon were set up according to the individual based on a glasses wearer's astigmatism frequency for *****, and the astigmatism frequency for *****, the astigmatism in near viewing can be corrected proper and fatigue can be reduced.

[0121] (2) With said operation gestalt, since the astigmatism correction refracting interface 23 for Kon was divided and set as X shaft-orientations component and the direction component of the y-axis, the frequency of both directions can be independently set as target frequency proper, respectively.

[0122] In addition, it changes as follows and this operation gestalt can also take shape.

- Use the lens front face by the side of a body as the synthetic refracting interface of a progressive refracting interface, and the object for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon, and it is good also considering the lens rear face by the side of an eyeball as the spherical surface.

[0123] - Use the lens front face by the side of a body as a progressive refracting interface or the object for **, and the astigmatism correction refracting interface for Kon, and it is good also considering the lens rear face by the side of an eyeball as the object for ** and the astigmatism correction refracting interface for Kon, or a progressive refracting interface.

[0124] - it is good also as a synthetic refracting interface which compounded the astigmatism correction refracting interface for ** set up based on the astigmatism frequency for ***** in said object for **, and the astigmatism correction refracting interface for Kon, and the astigmatism correction refracting interface for Kon set up based on the astigmatism frequency for *****.

[0125] - said astigmatism correction refracting interface for ** may be set up for the field for ** at least based on the astigmatism frequency for ***** among the field for ** on the rear face of a lens, a progressive field, and the field for Kon, and the astigmatism correction refracting interface for Kon may be set up for the field for Kon at least among the field for Kon, a progressive field, and the field for ** based on the astigmatism frequency for *****.

[0126] - Two refracting interfaces which divided the aforementioned astigmatism correction refracting

interface for Kon into the strongest ***** and the maximum *****, and were set as target frequency, respectively are compounded, and you may make it form. Hereafter, the examples 1, 2, and 3 of this invention are explained. In addition, in the examples 1, 2, and 3, the front face of a lens is made into a progressive side, and the rear face is made into the astigmatism side.

[0127]

[Example 1] In this example 1, the astigmatism for ** in four glasses wearers' (A, B, C, D) right (R) eye and a left (L) eye, the astigmatism for Kon, and the clinical data of Distance PD are raised. An example 1 is explained using Table 1.

[0128]

[Table 1]

		遠 用			近 用			遠用 P D	近用 P D
		S	C	軸	S	C	軸		
A	R	+1.50	-1.75	75	+3.75	-1.25	75	6 4	6 0
A	L	+1.25	+2.00	95	+3.75	-1.75	100		
B	R	-5.25	-1.50	95	-3.50	-1.75	90	6 4	6 0
B	L	-4.25	-1.75	80	-2.50	-2.00	80		
C	R	-0.00	-1.00	10	+3.00	-0.75	20	6 2	5 6
C	L	-1.00	-1.00	165	+1.75	-1.00	170		
D	R	+1.75	-1.25	85	+4.75	-1.25	90	5 9	5 4
D	L	+1.50	-0.75	90	+4.50	-0.50	90		

The example of R eye of the glasses wearer A of Table 1 is -0.25dpt (value of S+C) in the direction of 165 degrees the direction and the frequency for ** cross +1.50dpt and it at right angles in a direction 75 degrees. Moreover, although it will be long sight if it averages, it turns out that the direction of 165 degrees is weak myopia. **** frequency is +2.50dpt in +3.75dpt and the direction of 165 degrees in the direction of 75 degrees. Thus, when the astigmatism the object for ** and for Kon is inspected, respectively, it turns out that a difference is in the value and shaft of C frequency. If the technical thought of the invention in this application is used, it can respond to this difference.

[0129] In addition, it can also respond to the difference of S frequencies for Kon of a right-and-left eye, or average frequency. Below, the view is shown. If the number of the Kon supplies of a right-and-left eye may be in agreement with a wearer, they may differ. However, in many cases, in the formula of the conventional progressive lens, whenever [subscription / of a right-and-left eye] is set up equally. Although it is not new that whenever [actually required subscription] differ a little by right and left, since the object is hard to see when it applies for Kon from the object for ** and image scale-factor change on either side differs, in almost all cases, similarly, whenever [subscription] has been set up by right and left.

[0130] In R eye of the wearer A of Table 1, since it is the average frequency +0.625 for **, and the average frequency +3.125 for Kon, subscription is 2.500dpt(s).

[0131] In Wearer's A same L eye, since it is the average frequency +0.250 for **, and the average frequency +2.875 for Kon, subscription is 2.625dpt(s). Since a difference is in whenever [subscription] by right and left, if the technical thought of the invention in this application is applied, correspondence will also be possible for this difference. However, since various the approaches of correspondence are considered, here shows some examples.

(1) The difference of average frequency comes out only and, for a certain reason, is disregarded.

(2) In order to obtain sufficient subscription, double with the one where whenever [subscription] is larger. The object for Kon of R eye is set to S+3.875 instead of S+3.75.

(3) Since it is disadvantage in respect of a shake and distortion when whenever [subscription] is large, double with the one where whenever [subscription] is smaller. The object for Kon of L eye is set to S+3.625 instead of S+3.75.

(4) Double with an effectiveness eye.

[0132] For example, by a right eye being effective, if it is an eye, it will become the same as (3). These adjustments are realizable by changing the 1st correction factor applied to the function expressing a progressive side. Since said progressive side of the lens into which the progressive side was semi processed for whenever [subscription] at 0.25dpt step is further processed after receiving an order, such fine adjustment is attained.

[0133]

[Example 2] This example 2 shows the example which sets up whenever [subscription]. This is explained using Table 2.

[0134]

[Table 2]

	①初期設計 状態	②裏面を単純 に2.00浅く	③遠用度数を 調整	④加入を調整
表面カーブ	3.97 カーブ	3.97 カーブ	3.97 カーブ	3.97 カーブ
裏面カーブ	4.00 カーブ	2.00 カーブ	2.02 カーブ	2.02 カーブ
遠用度数	+0.00dpt	+2.02dpt	+2.00dpt	+2.00dpt
近用水平度数	+2.00dpt	+4.05dpt	+4.03dpt	+4.00dpt
近用垂直度数	+2.00dpt	+4.08dpt	+4.06dpt	+4.03dpt

a preliminary design -- setting -- frequency-0.00dpt for **, and the object for Kon -- the optical simulation of the lens designed so that it might be set to frequency +2.00dpt is performed. At this time, the rear face of a lens presupposes that it is the spherical surface of the curve of 4.00. When a material refractive index is 1.500, 4.00 curves mean the spherical surface (radius of curvature $(1.500-1.000) / 4.00=0.125\text{m}=125\text{mm}$).

[0135] In addition, frequency is calculated in following formulas.

Frequency (dpt) = table curve/[a 1-table curve, main thickness (mm), and 0.001/refractive-index-flesh-side curve]

Frequency will be set to -0.00dpt, if a front face sets [the refractive index of 3mm and a lens material] it as 3.97 curves and 4.00 curves and main thickness set [a rear face] to 1.500. In the simple formula which does not take the effectiveness of main thickness into count, the number of power of lenses also serves as a front face and a rear face with -0.00dpt in 4.00 curves.

[0136] Next, the rear face of a lens is simply made shallow 2.00 *****s. frequency +2.00dpt for **, and the object for Kon -- optical simulation of the lens designed in order to make it frequency +4.00dpt is performed. A lens front face is a progressive side here, and a rear face is the spherical surface of 2.00 curves. Then, the frequency for ** is not set to +2.00dpt. This reason is because main thickness becomes thick about 2mm by the relation which makes a flesh-side curve shallow, as shown in drawing 14. Since the number of power of lenses changes with thickness, as a result, frequency shifts it to + side slightly. It was set to +2.02dpt in the example of count.

[0137] Frequency will be set to +2.02dpt, if the front face of a lens sets [the refractive index of 5mm and a lens material] it as 3.97 curves and 2.00 curves and main thickness set [a rear face] to 1.500. The number of the Kon supplies at this time is calculable with optical simulation. For this count, it asks for the curve (that radius of curvature is calculated by approximating the cross section of a microscopic field to a circle) of the front face in the frequency point of measurement for Kon, and asks for the thickness of the lens in that location. In this way, the number of power of lenses more nearly local than a front curve, a flesh-side curve, and thickness is calculated. **** level frequency is +4.05dpt and the perpendicular frequency for Kon was set to +4.08dpt. The reason which the astigmatism of +0.03dpt generated in the **** field is because the angle which a lens front face and a rear face make as shown in drawing 15 changed.

[0138] Next, how to adjust the frequency for ** is explained. In order to carry out the frequency for ** as a target at +2.00dpt, a curve on the back is made deep and it is made 2.02 curves. In connection with it, the frequency for Kon changes to horizontal +4.03dpt and perpendicular +4.06dpt, respectively.

Change of the lens core thickness at this time comes out only, and, for a certain reason, effect is not carried out to frequency.

[0139] Next, how to adjust whenever [subscription] is explained. By adjusting the 1st correction factor k_1 by which the function showing an original successive promotion refracting interface is multiplied, either of the horizontal or vertical frequencies can be aimed at, and it can be set as a passage at +4.00dpt. Here, horizontal frequency +4.03dpt is aimed at and it adjusts to +4.00dpt of a passage. a preliminary-design condition -- the 1st -- what is necessary is just to carry out the 1st correction factor k_1 for adjusting to +2.03dpt->+2.00dpt $0.985 (= 2.00/2.03)$, if it thinks that it is correction factor $k_1=1.00$. Consequently, as shown in Table 2, the perpendicular frequency for Kon was set to +4.03dpt.

[0140] Furthermore, what is necessary is just to cancel the excessive perpendicular frequency of the field for Kon using a perpendicular special astigmatism side, in order to adjust the perpendicular frequency for Kon to target +4.00dpt. In addition, the example of this cancellation is [an example 3]. It has indicated in the term of a "count result" from the term of "a setup of a perpendicular special astigmatism side" which can be boiled and set.

[0141]

[Example 3] This example 3 sets up the number of the Kon supplies, when the object for ** for - Kon has the astigmatism. This is explained using Table 3.

[0142]

[Table 3]

	① 初期設計 状態	② 裏面を単純 に設定	③ 遠用度数を 調整	④ 加入を調整
表面カーブ	3.97 カーブ	3.97 カーブ	3.97 カーブ	3.97 カーブ
裏面水平カーブ	4.00 カーブ	3.00 カーブ	3.02 カーブ	3.02 カーブ
裏面垂直カーブ	4.00 カーブ	2.00 カーブ	2.02 カーブ	2.02 カーブ
遠用水平度数	+0.00dpt	+1.02dpt	+1.00dpt	+1.00dpt
遠用垂直度数	+0.00dpt	+2.02dpt	+2.00dpt	+2.00dpt
近用水平度数	+2.00dpt	+3.04dpt	+3.02dpt	+3.00dpt
近用垂直度数	+2.00dpt	+4.08dpt	+4.06dpt	+4.04dpt

(1) The view and example 3 of an improvement Frequency for ** S+1.00 C+1.00 180 shafts (horizontal +1.00 perpendicular +2.00)

**** frequency S+3.00 C+1.50 180 shafts (horizontal +3.00 perpendicular +4.50)

- frequency-0.00dpt for preliminary-design *****, and the object for Kon -- consider the flesh-side curve at the time of optical simulation ** of the lens designed so that it might be set to frequency +2.00dpt as 4.00 curves.

[0143] Front curves are 3.97 curves.

- Make a rear face into a toric side. It is horizontally made shallow +1.00 dpt simply, and is made 3.00 curves.

[0144] It is perpendicularly made shallow +2.00 dpt simply, and is made 2.00 curves. At this time, the main thickness of a lens increases from 3mm to 5mm.

Frequency (dpt) = the formula of a table curve / (1-/table curve and main thickness (mm) -0.001-/refractive index) - flesh-side curve above to the frequency for ** is horizontal. +1.02dpt It becomes.

[0145] Perpendicular direction +2.02dpt It becomes. Optical simulation to the number of the Kon supplies is horizontal. +3.04dpt It becomes.

[0146] Perpendicular direction +4.08dpt It becomes.

- In order to carry out the level frequency for **** as a target for the frequency for ** at +1.00dpt, make a curve on the back deep and make it 3.02 curves.

[0147] In order to carry out the perpendicular frequency for ** as a target at +2.00dpt, a curve on the back is made deep and it is made 2.02 curves. In connection with this, the number of the Kon supplies is horizontal. +3.02dpt It becomes.

[0148] Perpendicular direction +4.06dpt It becomes.

- Adjust the 1st correction factor k1 which multiplies the function showing an adjustment successive promotion side by subscription.

[0149] If **** level frequency is adjusted to +3.00dpt, the perpendicular frequency for Kon will be set to +4.04dpt.

- To the setting pan of a perpendicular special astigmatism side, in order to adjust the perpendicular frequency for Kon to +4.50dpt, use a perpendicular special astigmatism side and cancel the excessive perpendicular frequency of the field for Kon. Hereafter, the concrete example of count of a perpendicular special astigmatism side is shown.

- The object for **, successive promotion, field for **** of **** $f_vf(y) = 0$ successive-promotion field $f_{vm}(y) = a \cdot y^3 + b \cdot y^2 + \text{Field for } c \cdot y + d$ Kon $f_{vn}(y) = e \cdot y^2 + f \cdot y + g$ and condition $f_{vf} = 0 f_{vm}''(2)$ $' = 0 f_{vm}''(2)$ $' = 0 f_{vm}''(-12)$ $' = f_{vn}''(-12)$ $' f_{vm}''(-12)$ $' = f_{vn}''(-12)$ $' f_{vm}''(-12)$ $' = f_{vn}''(-12)$ $' e = 0.5$ and frequency variation $x0.001/(\text{material refractive index} - 1)$

- Substituted formula $f_{vm}(2) = 0 \rightarrow 8a + 4b + 2c + d = 0 f_{vm}''(2) = 0 \rightarrow 12a + 4b + c = 0 f_{vm}''(2) = 0$ $> 12a + 2b = 0 f_{vm}''(-12) = f_{vn}''(-12) \rightarrow -1728a + 144b - 12c + d = 144e - 12f + g f_{vm}''(-12) = f_{vn}''(-12)$ $> 432a - 24b + c = -24e + ff_{vm}''(-12) = f_{vn}''(-12) \rightarrow -72a + 2b = 2e$ and count result $e = 0.5 \times 0.46 \times 0.001 \times (1.5 - 1.0) = 0.0001150000a = -0.0000027381b = 0.0000164286c = -0.0000328571d = 0.0000219048f = 0.0011500000g = 0.0047533333$ -- in addition The actuation which feeds back is repeated based on the result of having performed the optical simulation of a lens, and the final value of the 2nd correction factor k2 is set up.

[0150]

[Effect of the Invention] Since this invention is constituted as mentioned above, it does the following effectiveness so. According to invention of the progressive focal lens for glasses according to claim 1 to 15, the astigmatism in near viewing can be corrected proper and fatigue can be reduced.

[0151] Invention according to claim 2 is easily processible by processing of a synthetic refracting interface requiring only a lens rear face. Invention according to claim 3 is easily processible by processing of a synthetic refracting interface requiring only a lens front face.

[0152] Invention according to claim 4 can form easily the object for **, and the astigmatism correction side for Kon by post processing by preparing the lens which processed the progressive refracting interface on the front face or the rear face beforehand.

[0153] Since the astigmatism correction refracting interface the object for ** and for Kon is compounded, invention according to claim 5 can process a lens easily. Invention according to claim 7 can set up the astigmatism correction refracting interface for Kon easily.

[0154] Invention according to claim 8 can set up the target level frequency of the astigmatism for Kon proper using the function showing the configuration of a progressive refracting interface. Invention according to claim 9 can set up perpendicular frequency easily with the function of a perpendicular frequency correction refracting interface.

[0155] Invention according to claim 10 can perform the object for **, and astigmatism correction for Kon proper. Invention according to claim 11 can perform a setup of the configuration of the object for **, and the astigmatism correction refracting interface for Kon proper using the coordinate type of a toric side.

[0156] Invention according to claim 12 can perform a setup of the configuration of the object for **, and the astigmatism correction refracting interface for Kon proper using the function showing a coordinate. Invention according to claim 13 can perform a setup of the configuration of the perpendicular frequency correction refracting interface of the astigmatism for Kon proper using a function.

[0157] When invention according to claim 14 performs the 2nd asymptotic stroke, the configuration of the perpendicular frequency correction refracting interface of the astigmatism for Kon which finally serves as target perpendicular frequency can be set up proper.

[0158] Invention according to claim 15 can set up the number of the Kon supplies of the astigmatism correction refracting interface for Kon proper according to a slanting special astigmatism side. Invention according to claim 16 can set up the number of the Kon supplies of the astigmatism correction refracting

interface for Kon proper according to a perpendicular special astigmatism side.

[0159] According to invention of the manufacture approach of the progressive focal lens for glasses according to claim 17 to 21, the astigmatism in near vewing can be corrected proper and the progressive focal lens for glasses which reduces fatigue can be manufactured easily.

[0160] Invention according to claim 18 can set up the coordinate showing the configuration of an original successive promotion refracting interface proper. Invention according to claim 19 can perform a setup of the astigmatism correction refracting interface for original **, and the astigmatism correction refracting interface for original Kon proper.

[0161] Invention according to claim 20 can set up the astigmatism correction refracting interface for Kon proper. Invention according to claim 21 can set up a perpendicular frequency correction refracting interface proper.

[0162] According to invention of the glasses equipped with the progressive focal lens for glasses according to claim 22, the astigmatism in near vewing can be corrected proper and fatigue can be reduced. Invention according to claim 23 can set up PD for **, and PD for Kon proper.

[Translation done.]

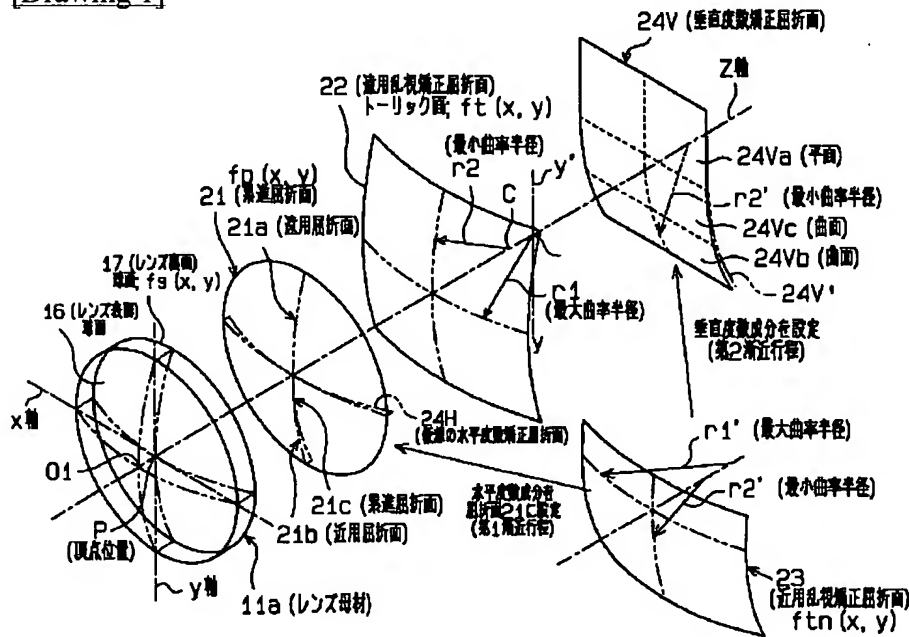
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

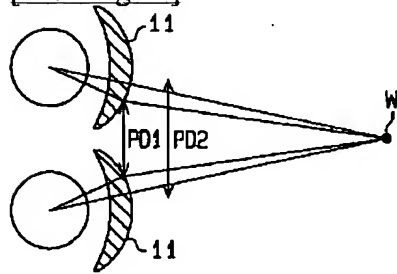
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

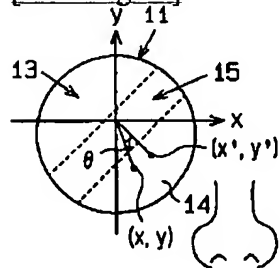
[Drawing 1]



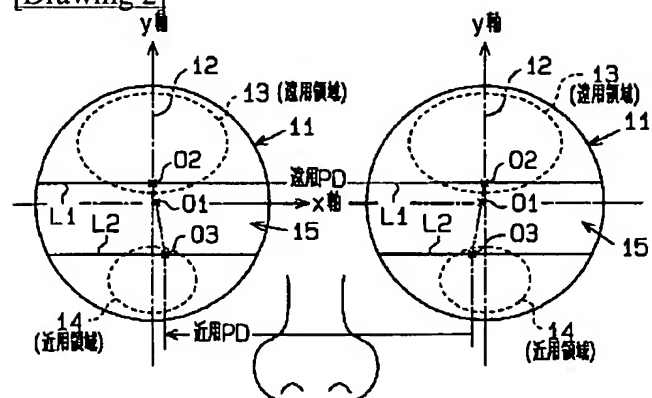
[Drawing 11]



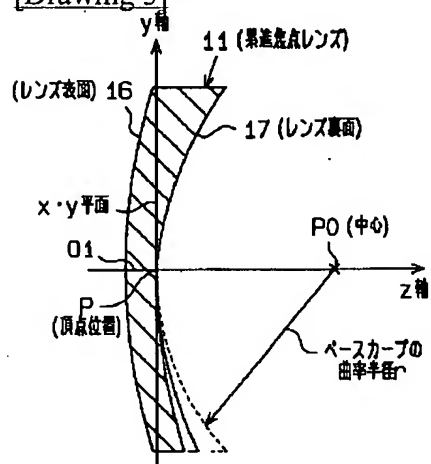
[Drawing 12]



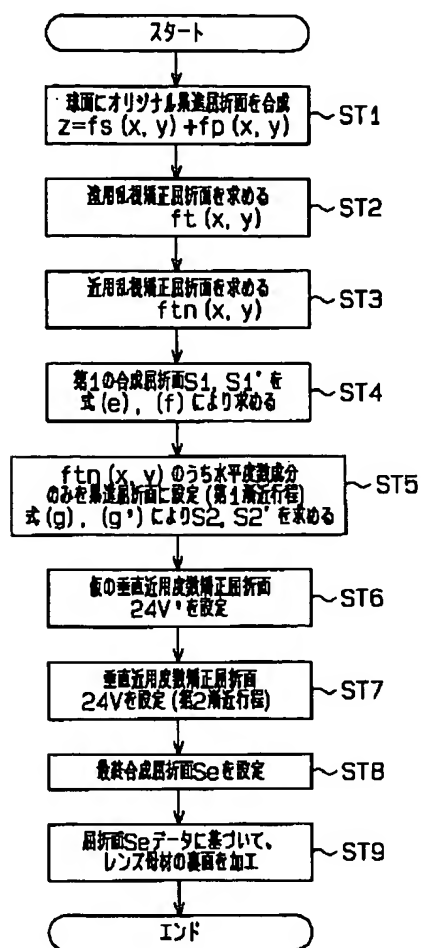
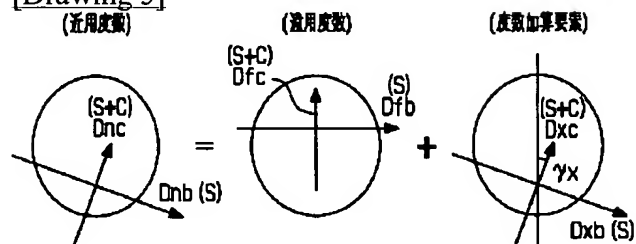
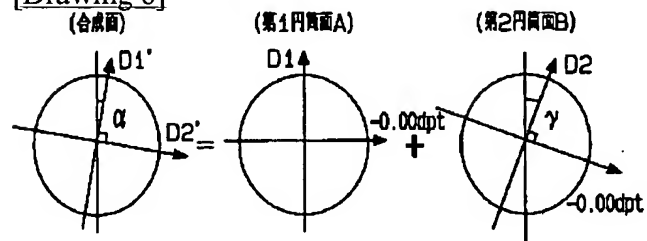
[Drawing 2]



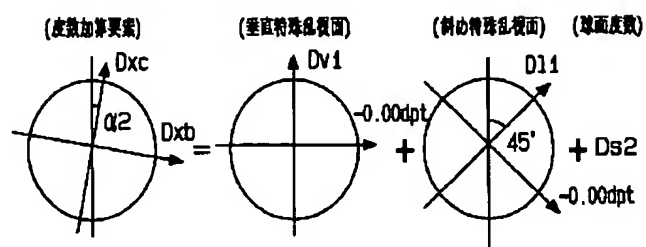
[Drawing 3]



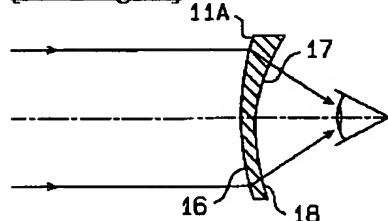
[Drawing 4]

[Drawing 5]
(近用度数)[Drawing 6]
(合成面)

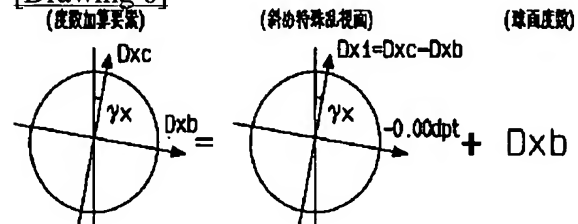
[Drawing 7]



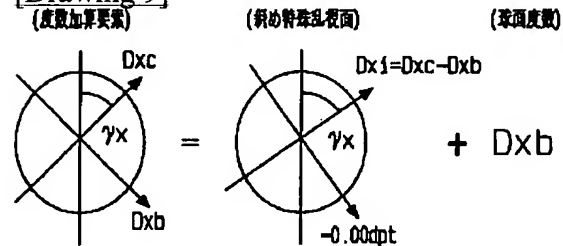
[Drawing 17]



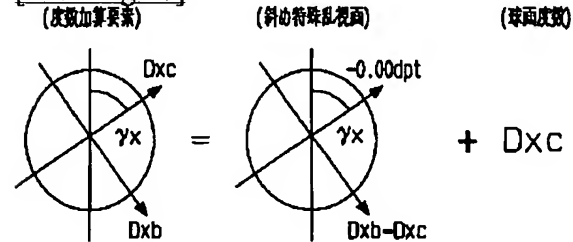
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 13]

